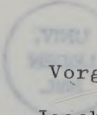


Aus der Klinik und Poliklinik für Radiologie der
Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. J. Lissner

Einfluß und Wechselwirkungen des röntgenologischen
Fortschritts seit W.C. Röntgen auf die Thoraxchirurgie.
- Ein historischer Überblick -

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München



Vorgelegt von
Joachim Albrecht

aus

Bayreuth

1977

Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin an der Universität
München

Berichterstatter : Prof.Dr.med.J.Lissner

Mitberichterstatter : Prof.Dr.med.K.W.Frey

Dekan : Prof.Dr.med.W.Spann

Tag der mündlichen Prüfung : 4.10.1977



Meinen Eltern und meiner Frau in Dankbarkeit
gewidmet.

Wenn wir der Natur eine neue Erkenntnis abringen, wird dadurch nicht aufgehoben, was wir vorher wußten, wir überschreiten vielmehr die Grenzen bisherigen Wissens und betreten Neuland, und das können wir oft nur unter voller Ausnutzung des bisherigen Wissens.

Oppenheimer (421)

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Einleitung	5
2. Die Anfänge der Röntgendiagnostik	14
3. Die Entwicklung der intrathorakalen Chirurgie nach Entdeckung der Röntgenstrahlen	22
4. Die Symptome chirurgisch angehbarer Lungen- krankheiten und ihre röntgenologische Abklärung	35
5. Die Lungendurchleuchtung	47
6. Die Thoraxaufnahme	53
7. Die Tomographie	65
8. Die Bronchographie	78
9. Die Lungenangiographie	89
10. Die Kymographie	100
11. Das Pneumomediastinum	109
12. Diskussion	116
13. Zusammenfassung	128
14. Literatur- und Namensverzeichnis	129
15. Danksagung	163
16. Lebenslauf	164

EINLEITUNG

Die großen Erfolge der Thoraxchirurgie beginnen etwa mit der Entdeckung der Röntgenstrahlen. In den vergangenen 50 Jahren sind die großen lungenchirurgischen Operationsverfahren entwickelt worden. Während in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts die Einführung der Antisepsis und der Asepsis der Bauchchirurgie große Fortschritte ermöglicht, beschränkt sich die chirurgische Tätigkeit bei Erkrankungen der Brusthöhle im wesentlichen auf die Drainage von Brustfelleiterungen. Damit steht die Chirurgie am Ende des 19. Jahrhunderts immer noch auf der Stufe der hippokratischen Medizin. Schon Hippokrates entleert den Eiter eines Empyems durch Einschnitt in einen Interkostalraum. Dieser Entwicklungszeitraum erscheint bemerkenswert, da die Anfänge der Thoraxchirurgie bis in die Antike zurückreichen. Seit der Antike war also nahezu kein Fortschritt erzielt worden.

Der Ausbau der Thoraxchirurgie war erst möglich geworden, nachdem ganz bestimmte Vorbedingungen erfüllt waren. Dazu gehörte in erster Linie die Verbesserung der Diagnostik, denn die knöcherne Brustwand erschwerte die diagnostische Aufklärung krankhafter Veränderungen. Im Gegensatz dazu konnten die Organe der Bauchhöhle wesentlich besser beurteilt werden. In der Brusthöhle ablaufende pathologische Prozesse waren somit der unmittelbaren Untersuchung entzogen, und es herrschten sehr lange Zeit falsche Vorstellungen über die Physiologie der Thoraxorgane.

Erst die Entdeckung der Perkussion durch L. Auenbrugger -, der 1761 in seiner Schrift "Inventum novum ex percussione thoracis humani ut signo abstruse interno pectoris morbus detegendi" (14) zeigt, daß pathologische Veränderungen im Brustraum durch Veränderungen des Klopfschalles erkannt werden können, - bringt die ersten Fortschritte in der Diagnostik. Ein weiterer Schritt vorwärts gelingt 1819 Laennec (221), der durch Einführung des Hörrohres die

Auskultation, die schon Hippokrates bekannt war, zu einer brauchbaren Methode ausgebaut hat. Die direkte Auskultation durch Auflegen des Ohres ist zu dieser Zeit wegen der vermeintlichen Unschicklichkeit nicht ausgeführt worden. Durch die Verwendung eines Hörrohres bei der Auskultation wird die Schalleitung und die Differenzierung der verschiedenen Atemgeräusche erheblich verbessert, so daß sie zu einer der wichtigsten Untersuchungsmethoden wird.

Durch die Perkussion und Auskultation wird die Kenntnis der krankhaften Vorgänge im Inneren des Brustkorbes in vorher nicht gekannter Weise gefördert. Vieles bleibt aber Spekulation. Erst die Entdeckung Röntgens, 1895, erlaubt ein wirkliches Sehen der pathologisch-anatomischen Vorgänge am lebenden Menschen. Bis dahin war eine Befunderhebung pathologisch-anatomischer Vorgänge nur am Seziertisch möglich. Dieses unmittelbare Sehen und das dadurch ermöglichte Lokalisieren des krankhaften Prozesses ist jedoch eine der unabdingbaren Voraussetzungen für chirurgische Eingriffe innerhalb des Thorax. Die Röntgendiagnostik mit ihren neu entwickelten Methoden der Tomographie, der Bronchographie, der Angiographie und des Pneumomediastinum erweitern die diagnostischen Möglichkeiten des Arztes und führen zu großen Fortschritten in der chirurgischen Therapie.

Die ersten schriftlichen Überlieferungen über die Anfänge der Thoraxchirurgie stammen von Hippokrates. Er beschreibt ausgiebig die Symptomatik und Diagnostik des Pleuraempyems. Bei dessen Behandlung legt er eine mit angefeuchteter Tonerde bestrichene Leinwand auf die betroffene Brusthälfte und eröffnet die Brustwand dort, wo der Ton zuerst trocken geworden ist. Der Eiter wird nur allmählich im Laufe von 10 Tagen entleert. Nach dem 10. Tage instilliert er 2 mal täglich warmes Öl und Wein, die einen halben Tag in der Brusthöhle verbleiben. Sobald der Eiter eine dünnflüssige Beschaffenheit angenommen hat, wird ein Röhrchen eingelegt, das nach Austrocknung der Eiterhöhle entfernt wird. Da

Hippokrates die Brustwand breit eröffnet hat und die Wunde offen hält, tritt kein Spannungspneumothorax ein. Auch ist es wahrscheinlich, daß bestehende Pleuraverwachsungen einen vollständigen Lungenkollaps verhindert haben. Nach Hippokrates gibt es keine Berichte mehr über Empyemeröffnungen, da man den entstehenden und stets tödlich verlaufenden Spannungspneumothorax fürchtete. Erst im 15. Jahrhundert wendet Arcolano das hippokratische Verfahren wieder an. Sein Vorgehen bleibt aber ein Einzelfall und wird nicht weiter fortgeführt. Zu dieser Zeit ist die Medizin im mittelalterlichen Dogma gefangen. So dürfen Brustwunden nur im dunklen Raum bei Kerzenbeleuchtung verbunden werden, da das Tageslicht schädlich wirken soll. Noch 1835 gilt die Eröffnung der Brusthöhle als so gefährlich, daß sich Dupuytren, ein berühmter Chirurg, weigerte, eine Empyemeröffnung an sich vornehmen zu lassen.

Die Chirurgie an der Lunge selbst beschränkt sich bis in die Neuzeit auf vereinzelte Eingriffe. So hat Rolando, aus der damals sehr bedeutenden Schule von Salerno am Golf von Pestum, schon im 13. Jahrhundert brandige Lungenteile abgetragen, die nach einer Brustwunde hervorgetreten waren.

Fabricius Hildanus von Hilden bei Düsseldorf (1560 - 1643) benützt bei diesen Eingriffen das Glüheisen. Sicherlich sind ähnliche Operationen häufiger ausgeführt worden, aber es sind darüber keine Berichte erhalten.

Im 17. Jahrhundert werden von einzelnen Chirurgen Kavernen oder Lungenabszesse eröffnet. Dies stellt den Beginn der chirurgischen Behandlung der Lungentuberkulose dar, die sich seitdem wie ein roter Faden durch die Entwicklung der Thoraxchirurgie zieht. Bis 1880 lassen sich zwei große Zeitschnitte unterscheiden:

Die Periode von 1630 bis 1830 kann als Periode unsicherer Überlieferungen bezeichnet werden. Sie wird eröffnet durch die Beschreibung einer Kavernenöffnung durch Plegny 1630. Ein Eingriff, der zur Heilung geführt hat. Es folgen weitere

Überlieferungen über die Eröffnung von eitrigen Lungenhöhlen, welche damals alle für Abszesse gehalten werden und deshalb drainiert worden sind. Die Mortalitätsrate dieser Operationen war außerordentlich hoch.

Es wird auch über Versuche berichtet desinfizierende Flüssigkeiten in diese Höhlen einzufüllen. 1696 schreibt Baglive, daß er über den sogenannten unheilbaren Lungengeschwüren zwischen 2 Rippen einschneide, um Medikamente, die der Heilung dienen sollen, einzuspritzen.

Der zweite Abschnitt, der von 1830 - 1890 dauert, kann als eine Zeit des optimistischen Tastens bezeichnet werden. Er liegt im 19. Jahrhundert und damit in einer Epoche, in der wissenschaftliche Erkenntnis, Terminologie und Berichterstattung eine wesentlich höhere Stufe erreicht hatten. Hier stößt man auf eine größere Anzahl kasuistischer Beiträge, die optimistische Prognosen für die zukünftige chirurgische Behandlung der Lungenerkrankungen enthalten.

Als erster berichtet Banz über gute Heilungsergebnisse bei Kavernenpunktionen und Sharpe bestätigt diese Erfahrungen. Danach beschreibt Marsh zwei Fälle von Kavernostomie, welche zur Ausheilung gelangt sind. Diese Berichte stammen aus dem Jahre 1830. Ihnen folgt eine ganze Reihe weiterer Publikationen, die alle ähnlich lautende Ergebnisse veröffentlichen und von Heilungen berichten. 1875 veröffentlicht Mosler eine Arbeit, in der er über die Injektion von Salizylsäure in das Parenchym tuberkulöser Lungen berichtet, allerdings ohne grossen Erfolg.

In dieser Aera versuchen entschlossene Operateure ihrer Zeit voranzueilen. Bloch (31) und Ruggi (304) versuchen bereits die operative Entfernung von Lungenteilen, auf Grund von gelungenen Lungenextirpationen am Tier. Bloch schreibt 1881 in Danzig die erste experimentelle Arbeit über die Lungenresektion. Er berichtet über Pneumonektomien an mehreren Kaninchen und schließt daraus, daß die Operation auch am

Menschen möglich sein muß. Unglücklicherweise operiert Bloch seine Cousine, bei der er eine beidseitige Lungenspitzen-tuberkulose vermutet. Er resezierte beide Lungenspitzen, wonach die Patientin verstirbt. Die Sektion bestätigt seine Diagnose nicht und Bloch nimmt sich das Leben.

Bald nach Blochs Bericht, publiziert Gluck (1881), ein Assistent Langenbeck's, eine Arbeit über Pneumonektomien bei 6 Hunden und 14 Kaninchen. Einige der Tiere waren gestorben, aber die übrigen hatten sich nach dem Eingriff gut erholt (136).

Im gleichen Jahr veröffentlicht Domenico Giondi (1855 - 1914) die Ergebnisse seiner Experimente. Er hat 63 Tiere - Hunde, Katzen, Kaninchen und Meerschweinchen - operiert. Bei diesen 63 Tierversuchen hat er in 57 Fällen eine Pneumonektomie durchgeführt, wovon 30 Tiere die schwere Operation überlebt haben. Unter diesen 30 Tierexperimenten waren drei Resektionen beider Lungenspitzen, zwei Lobektomien des Mittellappens und eine Unterlappenektomie. Seine bedeutendste Arbeit erscheint 1884, in welcher er über sieben erfolgreiche Pneumonektomien bei Tieren berichtet, die er vorher mit Tuberkelbakterien infiziert hatte.

Ebenfalls 1881 operiert Rudolf O. Krönlein (218) einen Patienten, bei dem er ein Sarkom der Thoraxwand entfernt. Er entfernt dabei den Tumor zusammen mit der Brustwand, sowie einem Teil der darunterliegenden Lunge. Der Patient erholt sich nach der erfolgreichen Operation. 1898 und 1899 berichten Heinrich und Gross und 1901 Goepel über ähnliche Fälle, die ebenfalls erfolgreich verlaufen.

Die erste vollständige Lobektomie wird 1885 von G. Ruggi (304) in Bologna ausgeführt. Er reseziert den gesamten rechten Oberlappen einer Patientin, die in diesem Lappen große tuberkulöse Kavernen aufweist. Die Patientin verstirbt jedoch am 9. Tag nach der Operation. Als Todesursache sieht Ruggi eine Karbolsäurevergiftung an, da Karbolsäure zu dieser Zeit auch zur Wunddesinfektion verwendet wird.

Nach Bloch's Fehlschlag gelingt es Theodore Tuffier, 1891 in Paris, als erstem eine Lungenspitze mit Erfolg zu resezieren (365). Bald danach folgen dann 1893 D.Lowson (223) in London und E.Doyen (100) in Lyon. Nur zwei Jahre später, 1895, entfernt William Macewen in Glasgow einen ganzen Lungenflügel. Macewens Patient leidet an Lungentuberkulose. Aber Macewen, der nach Eröffnung der Brusthöhle den gesamten Lungenflügel nekrotisiert vorfindet, entfernt nur die Gewebstrocken. Eine neue Operationsmethode hat er nicht geschaffen. Obwohl diese Operation häufig als die erste gelungene Pneumonektomie bezeichnet wird, muß dies nach unserer heutigen Auffassung verneint werden. Das gleiche gilt für eine 1901 von Lothar Haidenhain ausgeführte "Lobektomie" (168). Haidenhain wird die Priorität nicht zugestanden, denn er nimmt nur das brüchige Gewebe heraus, das nach der Drainage mehrerer Lungenabszesse übriggeblieben ist.

Als erste Lobektomie kann mit größter Wahrscheinlichkeit eine Operation im Jahre 1899 angesehen werden, die von Themistokles Gluck (135) durchgeführt worden ist. Er reseziert einen Lungenlappen bei einem Kind.

Die geschilderten Operationen stellen Eingriffe einzelner Chirurgen dar, die keine Verbreitung finden. Es sind zwei große Probleme die den Fortschritt der Lungenchirurgie hemmen. Das eine sind die tödlichen Komplikationen des offenen Pneumothorax, die bei operativen Eingriffen bei freiem Pleuraspalt aufgetreten sind, und das andere große Problem stellt die fehlende Möglichkeit zur prä- und postoperativen Diagnostik dar.

Da man diese Hindernisse lange nicht überwinden kann, werden die verschiedenen kollapstherapeutischen Operationen entwickelt. Einen frühen Ansatzpunkt hierzu stellt eine 1859 von Freund (119) entwickelte Theorie dar, die die Entstehung der Lungentuberkulose zu klären versucht.

Er glaubt, daß die frühzeitige Verknöcherung des ersten Rippenknorpels zu einer schlechten Belüftung der Lungenspitzen

führt, und deshalb die Lungentuberkulose häufig in den Spitzenpartien beginnt. Durch Chordotomie der 1. Rippe sollen für die erkrankte Lunge günstigere Ausheilungsbedingungen geschaffen werden. Wir wissen heute, daß die Annahme nicht aufrecht erhalten werden konnte, aber Freund's Theorie weist den Weg zur Entwicklung der Thorakoplastik.

1879 wird die Thorakoplastik von Estlander (104) das erste Mal angewandt, um eine Empyemhöhle zum Kollaps zu bringen. 1886 veröffentlicht de Cérenville eine Monographie (68), in der er über die erste planmäßig durchgeführte Thorakoplastik bei cavernöser Lungentuberkulose berichtet. Dieses Verfahren hat eine sehr große Verbreitung gefunden und ist vor allem durch Sauerbruch sehr bekannt geworden.

Den entscheidenden Gedanken, die Lungentuberkulose durch eine aktive chirurgische Therapie zu heilen, verwirklicht als erster Carson (65) in Liverpool. 1822 legt er bei einigen seiner Patienten einen künstlichen Pneumothorax an, um die Lunge zum Kollaps zu bringen. Er hofft auf diese Weise eine Heilung der Lungentuberkulose zu erreichen. Diese Versuche zeigen jedoch keine oder nur schlechte Heilungsergebnisse, so daß diese Methode bald wieder in Vergessenheit gerät. Wenig Beachtung finden auch Arbeiten von Stokes und Houston (1838), Bach (1843), Woitez (1853), Toussaint (1880) und Späth (1881). Sie berichten über Fälle, bei welchen große Exsudate oder ein Spontanpneumothorax zur Ausheilung der Lungentuberkulose geführt hatten.

Erst 1882 macht Forlanini in Rom den entscheidenden Schritt, ohne von den Arbeiten seiner Vorgänger gewußt zu haben. Er empfiehlt in seiner Abhandlung die öfter festgestellte Heilung der Tuberkulose bei Spontanpneumothorax künstlich nachzuahmen. Erst 1888 kann er seine Theorie in der Praxis erproben. Die erste Operation führt er bei einem Fall von Phthise aus, wobei er von einem gleichzeitig bestehenden Exsudat aus, den Pneumothorax anlegt. Auch die Arbeiten seiner Schüler Riva-Rocci und Cavallerlo fallen

in diese Zeit. 1886 entwickelt Potain den geschlossenen Pneumothorax, indem er tuberkulöse Pleuraergüsse abpunktiert und durch Luft ersetzt. Unabhängig von Forlanini haben in Amerika Murphy (1898), Schell (1898) und Lemke (1899) den Pneumothorax besonders zur Stillung von Kavernenblutungen angewandt. Die amerikanischen Autoren erzielten aber keine befriedigenden Heilungsergebnisse, da sie den Pneumothorax als einmaligen chirurgischen Eingriff auffassen und die langfristige Aufrechterhaltung der Gasblase unterlassen. Die Methode ist deshalb bis etwa 1930 in Amerika wenig angewendet worden.

Auch in der europäischen Medizin erlangt das Verfahren erst eine größere Verbreitung, nachdem es Brauer (48) in Deutschland und Saugmann in Dänemark auf eine solide wissenschaftliche Basis gestellt hatten. Eine wesentliche Vorbedingung für die Ausbreitung des therapeutischen Pneumothorax stellt die Einführung der neuentwickelten Röntgendiagnostik dar, da sie eine sichere Beurteilung und Kontrolle des Eingriffs zuläßt.

Noch 1905 schließt Helferich in seiner "Geschichte der Chirurgie" das Kapitel über die Thoraxchirurgie mit den Worten: "Spätere Chirurgen hatten die Machtlosigkeit der ärztlichen Kunst hier anerkannt. Die in den beiden letzten Zeiten vor allem in Form des Tierexperiments kultivierte "Lungenchirurgie" hat in dieser Richtung beim Menschen Be- weise ihrer Leistungen bis jetzt noch nicht erbracht." (169)

Trotz dieser pessimistischen Aussage, die viele Chirurgen jener Zeit teilen, wird die Entwicklung der Lungenchirurgie vorangetrieben. Es sind vor allem deutsche Chirurgen, denen die entscheidenden Schritte auf diesem neuen Gebiet zu verdanken sind. 1904 wird von Sauerbruch (314) das Druckdifferenzverfahren und von Brauer (51) die Überdruckbeatmung entwickelt. Damit wird die systematische Entwicklung der heutigen Thoraxchirurgie eingeleitet.

1908 führt Friedrich (123) die totale Entknochung der Brustwand ein, während vorher nur die Rippen im engeren Kavernenbereich reseziert worden waren und daher der Eingriff nur einen begrenzten mechanischen Erfolg gehabt hatte. Nur wenige Patienten sind diesem großen Eingriff bei einzeitiger Durchführung gewachsen. Durch Unterteilung der Operation in mehrere Sitzungen ändert Sauerbruch die Situation.

Wirklich brauchbar gestaltet sich die Methode jedoch erst, als Wilms (391) und Sauerbruch (314) auf Grund vorausgegangener röntgenologischer Studien zeigen können, daß statt der gefährlichen Totalentknochung der gleiche Effekt auch durch die Verkürzung der Rippenbogens im Bereich seiner schärfsten Krümmung zu erreichen ist. So entsteht die klassische paravertebrale Thorakoplastik, die lange als alleinige Methode das Feld behauptet.

Zwei wichtige Grundlagen für eine erfolgreiche Thorax- und Lungenchirurgie waren in kurzen Abständen geschaffen worden. 1895 durch Wilhelm Conrad Röntgen die Möglichkeit zur Röntgendiagnostik und 1904 durch Sauerbruch das Druckdifferenzverfahren. Über die Bedeutung der Röntgendiagnostik schreibt F. Sauerbruch in seiner 1920 erschienenen "Chirurgie der Brustorgane" (314): "Einen gewaltigen Fortschritt für die Entwicklung der intrathorakalen Chirurgie hat die Röntgendiagnostik gebracht" und "In den letzten Jahren hat unter den Untersuchungsmethoden besonders die Röntgendiagnostik an Wert gewonnen. In der Tat hat sie durch die Feststellung bestimmter Veränderungen unsere Kenntnis intrathorakaler Erkrankungen und ihrer Lokalisation ganz erheblich gefördert."

Erst durch diese umwälzende Erfindung war es möglich geworden, den Erfolg chirurgischer Eingriffe, ihre Indikationen und Kontraindikationen klar zu definieren.

DIE ANFÄNGE DER RONTGENDIAGNOSTIK

Die Entdeckung einer "neuen Art von Strahlen" hatte einen tiefen Einfluß auf die Naturwissenschaften, und ganz besonders auf die Medizin. "Die Röntgenstrahlen haben die diagnostischen Methoden völlig umgewandelt und sind zu einem wichtigen therapeutischen Mittel geworden." (2) Im größten Teil der wissenschaftlichen Arbeiten unserer Zeit wird ganz selbstverständlich von Röntgenaufnahmen und Röntgenuntersuchungsverfahren gesprochen, so als sei darüber kein Wort zu verlieren. Gerade diese Selbstverständlichkeit zeigt aber, welche ungeheure Bedeutung die Röntgenstrahlen in der Medizin gewonnen haben.

Am Ende des 19. Jahrhunderts wird durch eine epochemachende Erfindung eine neue Seite in der Geschichte der Medizin aufgeschlagen. In den Abendstunden des 8.11.1895 macht Prof. Wilhelm Conrad Röntgen an der Universität Würzburg eine bemerkenswerte Beobachtung. Beim Experimentieren mit Kathodenstrahlen beobachtet er ein fluoreszierendes Aufleuchten von einigen Kristallen, die zufällig in der Nähe der lichtdicht abgedeckten Hittorf-Crooke'schen Röhre liegen.¹⁾ (133) Röntgen vermutet richtig, daß es sich hierbei um die Wirkung einer bisher unbekannten Strahlung handeln müsse. Es kann durchaus möglich sein, daß schon andere Forscher vor ihm ähnliche Erscheinungen beobachtet haben, doch erst Röntgen hat die Neuartigkeit dieser Strahlung erkannt und die Ursache dieses Phänomens wissenschaftlich untersucht und aufgeklärt. Bei seinen überaus gründlichen Untersuchungen stellt er fest, daß diese Strahlen nicht nur

1) Über die Ursache und die Art und Weise, in der Röntgen die Strahlen entdeckte, machte er selbst keine Angaben, so daß in der Literatur verschiedene Mutmaßungen zu finden sind.

beim Auftreffen auf bestimmte Stoffe Fluoreszenz erzeugen und die photographische Emulsion schwärzen, sondern auch die Fähigkeit haben, feste Körper zu durchdringen.

Bereits am 28.12.1895 veröffentlicht Röntgen seine erste Mitteilung: "Über eine neue Art von Strahlen". (302) Es war ihm gelungen, innerhalb von wenigen Wochen alle wesentlichen Eigenschaften der Strahlung, die er X-Strahlen nannte, herauszufinden. Am 23.1.1896 berichtet Röntgen zum ersten Mal vor der Würzburger Physikalisch-Medizinischen-Gesellschaft über seine Beobachtungen. Voller Begeisterung schlägt der Würzburger Anatom, Prof. v.Koelliker, vor, die neuentdeckten Strahlen "Röntgen'sche Strahlen" zu nennen (203). 1901 wurde Röntgen für seine Arbeiten mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet.

Die Nachricht von seiner Entdeckung eilt um die Welt. Auf ein ganz besonders großes Interesse stoßen die medizinischen Anwendungsmöglichkeiten. Nachdem Röntgen schon am 22.12.1895 eine Aufnahme von der Hand seiner Frau gemacht hatte, entstehen schon einen Monat später weitere Aufnahmen in Berlin, Hamburg, in Großbritannien und den USA (2). Die Meinungen über die Nützlichkeit der Röntgenstrahlen in der Medizin reichen bei den Untersuchern von euphorischem Optimismus bis zu extremer Skepsis und Ablehnung.

Trotz dieser wenigen Gegenstimmen kann die rasche Aufnahme einer so vollkommen neuen Erfindung in der medizinischen Geschichte als einmalig bezeichnet werden. Als Gründe für die rasche Verbreitung der "Röntgenlaboratorien", wie sie damals genannt werden, gelten folgende Tatsachen: Erstens konnten Röntgens Experimente leicht wiederholt werden, nicht zuletzt auf Grund der prägnanten Sprache seiner Arbeiten. Zweitens waren Geräte, wie sie Röntgen benutzt hatte, in jedem physikalischen Labor vorhanden. Mit wenigen einfachen Anweisungen war es möglich die beschriebenen Phänomene zu reproduzieren. Drittens hatte Röntgen nicht nur die physikalischen Eigenschaften seiner Entdeckung erkannt,

sondern auch deren weitere Entwicklungsmöglichkeiten vorausgesehen. Für die Medizin war dies ein Aufbruch zu neuen Ufern. So erscheint schon 1897 das erste Heft der Zeitschrift "Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen", welche bis heute eine der führenden Fachzeitschriften geblieben ist. Die Veröffentlichungen über die Anwendungsmöglichkeiten der Röntgenstrahlen in der Medizin schwellen lawinenartig an. Bis 1898 sind es bereits 1041 Titel, darunter das erste deutsche "Lehrbuch der Röntgenuntersuchung" von Gocht (137). 1905 schließen sich die röntgenologisch tätigen Ärzte und Naturwissenschaftler zur "Deutschen Röntgen-gesellschaft" zusammen. Diesem Verband verdankt die Radiologie wesentliche Impulse.

Wie jeder Mensch vertraut auch der Arzt dem Gesichtssinn mehr, als irgendeinem anderen Sinneseindruck. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß man große Anstrengungen unternommen hat, um das Röntgenverfahren zu vervollkommen, und seine Anwendung sofort mit Entschlossenheit vorangetrieben hat. Die radioskopische Diagnostik der Atmungsorgane hatte den großen Vorteil, daß ohne kontrastverstärkende oder kontrastvermindernde Medien schon am Beginn der Röntgenära brauchbare Ergebnisse erzielt werden konnten. Der Kontrastunterschied zwischen den luftgefüllten Lungen und den blutgefüllten Gefäßen, zwischen den kontrastreichen Mediastinalorganen und dem sich scharf abzeichnenden Zwerchfell hat schon bei den ersten Durchleuchtungen und Röntgenaufnahmen diagnostische Aussagen erlaubt. Sehr schnell haben diese Pioniere der Röntgendiagnostik erkannt, daß sich pathologische Prozesse in der Lunge durch zusätzliche Verschattungen äußern. (345) Strnad schreibt dazu: "Es muß hier ganz besonders unterstrichen werden, daß am Anfang der Röntgendiagnostik im Thoraxraum die Thoraxdurchleuchtung (Röntgenoskopie) die Domäne dieser Diagnostik war, denn mit Hilfe einer systematischen Durchleuchtung war es nicht nur möglich, bestimmte abnorme Befunde im Lungenfeld oder im Mediastinalraum, am Herzen oder am Gefäßband bzw. an der Thoraxwand

usw. zu erheben, sondern auf Grund der topographischen Beziehungen dieser Befunde zu bekannten Gebilden im Thoraxraum diese entsprechend einzuordnen." (347) Die zunehmende Urteilsfähigkeit und die bewiesene Richtigkeit der durch Radioskopie und Radiographie erarbeiteten Diagnosen, ließ auch die Gegner der Röntgendiagnostik verstummen. Bald war die Zeit vorbei, da sich die Einleitung jeder radiologischen Arbeit erst mit jenen auseinanderzusetzen hatte, die dem Röntgenverfahren Wert und Erfolg absprechen oder es als geistreiche Spielerei abtun wollten.

Im Jahre 1900 gelingt es Levy-Dorn Aufnahmen in der Atempause zu machen. (227) 1908 verbessert in Hamburg Walter den Kontrast und die Schärfe des Thoraxbildes auf dem Fluoreszenzschirm durch die Entwicklung einer Bleiblende. Nachdem Verbesserungen in der Technik gelungen waren, hat man sich mit der normalen topographischen Anatomie der Lungen beschäftigt und die verschiedensten Lungenkrankheiten mit der Röntgenoskopie und dann auch auf dem Röntgenbild studiert.²⁾ (133)

Antoine Béclère, Leiter der radiologischen Abteilung des Krankenhauses Saint Antoine in Paris, lenkt das Interesse der Röntgenologen auf die Lungentuberkulose (24). Neben ihm machen sich weitere Franzosen um die radiologische Abklärung der Lungentuberkulose verdient: Koelsch, Boénan, Oudin, Barthélemy und Guilleminot. Nach Bouchard (43) wird die Kaverne "Bulle de Bouchard" genannt. Neben großen Fortschritten auf dem Gebiet der Lungentuberkulose, werden auch wesentliche Verbesserungen bei der Diagnostik anderer Lungenkrankheiten erreicht. Erstmals kann die Succussio Hippokratidis beim Hydro-Pneumothorax in vivo gesehen werden. Rosenfeld, Levy-Dorn und Zadek erkennen scharf begrenzte runde Schatten,

²⁾ Groedel und Horn empfehlen die Verstärkerfolie für die Röntgendiagnostik

die sie nach dem typischen Sputum der Patienten als Lungen-echinokokken beschreiben. (227) In Boston erkennt F. H. Williams, daß bei einseitiger Lungenanschoppung das homolaterale Zwerchfell hochsteht (390). Kienböck klärt das Verhalten des Zwerchfells beim Pneumothorax durch Röntgenuntersuchungen und prägt dafür die Bezeichnung "paradoxe Zwerchfellbewegung" (200). Bouchard findet bei der Röntgenoskopie, daß bei Pleuritis sicca die Zwerchfellbewegung eingeschränkt ist (44). In Prag beweist Jacksch die Überlegenheit der Röntgenogramme gegenüber den physikalischen Symptomen, so daß von nun an die Sicherung der Diagnose durch das Röntgenbild und nicht mehr nur durch Perkussion und Auskultation erfolgt (183).

Eine großartige Zusammenfassung all dieser Einzelerkenntnisse kommt 1901 aus der Wiener Schule, die wohl zurecht als "die Wiege der klassischen klinischen Radiologie" (346) bezeichnet wird. Guido Holzknecht, Röntgenarzt der I. Med. Klinik Wien, veröffentlicht seine Publikation "Röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide" und verhilft damit der klinischen Röntgenologie der Thoraxorgane zur endgültigen Anerkennung (179). Seine Arbeit fördert besonders auch die Wiener Schule, wo dann Hofbauer (178) und Kreuzfuchs (216) ihre bedeutenden Studien über die Physiologie und Pathophysiologie der Atmung (Hofbauer) und des Hustens (Kreuzfuchs) veröffentlichen.

Ein 1905 von David Lawson (222) geschriebener Artikel zeigt, daß die neuen mit der Röntgenologie erworbenen Erkenntnisse zum geistigen Allgemeingut geworden sind. So etwa das fluoroskopische Aussehen des Hydropneumothorax und der tuberkulösen Kavernen.

Hughe walsham, Röntgenologe am London Hospital, ist der erste, der die Atemmechanik des Zwerchfells richtig erkennt und die geltende Lehrmeinung der damaligen Physiologie revidiert (378). Bis dahin glaubt man das Zwerchfell würde sich bei der Atmung lateral kontrahieren und in Richtung auf die Zentralachse ausdehnen.

Auf der Suche nach der Klärung der Lungentuberkulose stellen Graeff und Küpferle ihre dualistische Theorie auf, die zur Trennung der Lungentuberkulose in eine azin s-nod se und in eine exsudativ-käsige Form führt (139). Assmann (12) hält die immer wieder zu beobachtenden infra-clavikul ren Lungenherde für Fr hinfiltrate.

Die erste röntgenologische Darstellung der Lungentumoren gelingt Grunmach im Jahre 1898 (148). Nach ihm macht sich Otten um die röntgenologische Diagnostik der Lungentumoren verdient (278). 1924 wird der Amerikaner Pancoast (282) ³⁾ berühmt, als über einen seiner Meinung nach neuen Tumor berichtet, der in der Lungenspitze lokalisiert war (282). Vorher hatte Rieder (294) an der Universität München die Verhältnisse bei den verschiedenen Stadien der Pneumonie röntgenologisch geklärt, so daß dieses Kapitel in den ersten Lehrbüchern der Radiologie als abgeschlossen gelten kann. (295) (295) (11)

Im Gegensatz zur Pneumonie war die Frage der Bronchial-erkrankungen lange Zeit offen geblieben. Es gelingt lange nicht anatomische Veränderungen der Bronchialwand, auch wenn sie noch so grob sind, auf der Röntgenplatte abzubilden. Hier kommt ein glücklicher Zufall der Forschung zu Hilfe. 1915 untersucht William H. Stewart in New York einen alten Mann. Um die Veränderungen seiner Speiseröhre auf dem Röntgenbild sichtbar zu machen, fl  t er ihm etwas Wismutpaste ein. Auf dem späteren Röntgenbild kann er feststellen, daß durch eine Tracheo esophagusfistel ein Teil der Paste in die Lunge gelangt ist und die Bronchien zur Darstellung gebracht hat. Dieser Zufallsbefund stellt den Ausgangspunkt für die spätere Bronchographie dar.

3) Pancoast war Inhaber des ersten Lehrstuhls für Radiologie in den USA und war wesentlich an der Klärung der Silikose beteiligt.

Auch das Problem der räumlichen Lokalisation versucht man kurz nach der Jahrhundertwende zu lösen. Da das Röntgenbild keine Perspektive zeigt und demnach über die Tiefe des Raumes keinen Aufschluß gibt, wurde vielerorts versucht dieses Hindernis zu beseitigen. Hasselwander (154) entwickelt die "Stereoskopie", 1912, zur Reproduktion von einzelnen Organen und Hildebrandt (175) stellt 1901 damit zum ersten Mal Gefäße räumlich dar. Es handelt sich dabei um eine Aufnahmetechnik, die das dreidimensionale Betrachten von Röntgenbildern erlaubt. Das Verfahren hat man besonders häufig während der beiden Weltkriege zur Lokalisation von Fremdkörpern angewandt, dann ist es einige Zeit in den Hintergrund getreten, da seine Anwendbarkeit von der Fähigkeit des Untersuchers abhängt stereoskopisch zu sehen. In der modernen Medizin ist diese Untersuchungstechnik nicht vollkommen verdrängt worden, im Bereich des Thorax hat sie sich aber nicht durchsetzen können.

Das Studium der Lungenkrankheiten bringt den ersten Röntgenärzten und den Thoraxchirurgen noch eine andere technische Schwierigkeit: Auf einer Röntgenaufnahme des Brustkorbes sind die Schatten aller Organe abgebildet, die im Kegel der Röntgenstrahlen liegen, so daß daraus resultierende Konturüberlagerungen eine einwandfreie Diagnostik oft unmöglich machen. Theoretisch waren diese Subtraktions- und Additionseffekte bald analysiert, jedoch gelingt es in der Praxis lange nicht ein Verfahren zu finden, das diese Überlagerungen beseitigt. So tritt bis zum Jahr 1930 eine gewisse Stagnation in der röntgenologischen Entwicklung ein, da man scheinbar außerstande ist, die anstehenden technischen Probleme zu lösen (129). Bei genauer Analyse des Schrifttums stellt man aber fest, daß in dieser Zeit auf technischem Gebiet die ersten Schritte zu den modernen diagnostischen und therapeutischen Röntgenverfahren gemacht werden (33) (287) (372) (394). Von der Lungendurchleuchtung und der Thoraxstandardaufnahme geht die Entwicklung weiter zur Tomographie, zur

Bronchographie, zur Angiographie, zur Kymographie und zum Pneumomediastinum. Ihre Anwendung verleihen der Radiologie auf dem Gebiet der Thoraxdiagnostik großes Gewicht und Aussagekraft.

Die Möglichkeiten und Entwicklungen der heutigen Medizin sind ohne die verschiedenen Röntgenverfahren überhaupt nicht vorstellbar. Von ganz außerordentlicher Bedeutung waren die neuen, durch Röntgenbilder vermittelten, Erkenntnisse für die moderne Chirurgie. Strnad (345) schreibt 1968 hierzu: "Es sei an dieser Stelle außerdem besonders unterstrichen, daß es die Röntgendiagnostik war, die zur Klärung vieler Krankheitsbilder des Respirationstraktes wesentlich beigetragen hat. So manches dem Kliniker und Pathologen bekannte Krankheitsbild, d.h. dessen Endstadium, fand erst durch die Röntgendiagnostiker, und hier durch das Studium der Verlaufsserien, und ganz besonders der Initialphasen, eine endgültige pathologisch-anatomische Bestätigung." Ganz analog äußert sich auch R. Nissen in einem Artikel über: "Entwicklung, Leistungen und Grenzen der Chirurgie" 1966: "Für Diagnostik und genaue Ortsbestimmung von Krankheitsherden hat das Röntgenverfahren mehr geleistet als jede andere Untersuchungsmethode" (271).

DIE ENTWICKLUNG DER INTRATHORAKALEN CHIRURGIE NACH ENTDECKUNG DER RONTGENSTRAHLEN

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts hemmen zwei große Probleme die Entwicklung der Thoraxchirurgie. Das erste besteht in der Diagnostik der intrathorakalen Erkrankungen und der genauen Lokalisation des pathologischen Prozesses vor der Operation. Zur Lösung dieser Frage trägt die neubegründete Röntgendiagnostik entscheidend bei.

Ein Verfahren zur gefahrlosen Eröffnung der Brusthöhle zu finden, stellt das zweite große Hindernis für den Fortschritt der Thoraxchirurgie dar. Erst Sauerbruch gelingt es 1904 in seiner Arbeit: "Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlagen meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung" (315) dieses Problem zu lösen. Sauerbruch erkennt, daß der im Pleuraspalt vorhandene negative Druck bei der operativen Eröffnung der Brusthöhle erhalten bleiben muß, um den gefürchteten offenen Pneumothorax zu verhindern. Als Lösung schlägt Sauerbruch die Herabsetzung des Luftdruckes im Operationsraum bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Normaldruckes in den Lungen vor.

Praktisch gelöst wurde die Aufgabe zunächst durch die sogenannte pneumatische Kammer, in welcher der Brustkorb des Versuchstieres bzw. des Kranken bei herabgesetztem Druck eröffnet wurde, während der Kopf und der Narkotiseur außerhalb der Kammer unter normalem Luftdruck blieben. Es war Sauerbruch dabei nicht entgangen, daß das gleiche Ziel auch umgekehrt durch Erzeugung eines geringen Überdruckes in der Lunge erzielt werden kann. Er hält diese Versuchsanordnung, die etwa gleichzeitig mit seiner Veröffentlichung von Brauer empfohlen wird, aber für unphysiologisch und lehnte sie ab.

Die Praxis hat Sauerbruch nicht Recht gegeben, die leichter zu handhabende Überdruckatmung Brauers mit einer luftdicht abschließenden Gesichtsmaske setzt sich durch.

Nissen schreibt dazu (272): "Aber selbst die geräumigste und technisch vollkommenste Form der Kammer, die in dem neugebildeten Operationstrakt der Münchner Chirurgischen Universitätsklinik 1921 eingebaut wurde, versagte in der Praxis: Lageveränderungen des Patienten ließen sich während des Eingriffs nur unter Gefährdung der Druckdifferenz durchführen; für den Operateur und seine Assistenten war die Bewegungsfreiheit in dem engen Raum behindert und infolge der Wärmestauung bis zur Unerträglichkeit erschwert, und schließlich war die Nachrichtenübermittlung zu dem außerhalb der Kammer am Kopfe des Operierten sitzenden Narkotiseur recht schwierig. Die Benutzung der Unterdruckkammer wurde aufgegeben."

Doch auch die Überdruckbeatmung nach Brauer, die dann von Sauerbruch verwendet worden ist, hatte wesentliche Nachteile: gleichzeitige Luftauftreibung des Magens, keine Absaugmöglichkeit von Bronchial- und Magensekret, besonders bei langdauernden Operationen. Trotz dieser Nachteile ist Sauerbruch Zeit seines Lebens ein Gegner der endotrachealen Insufflationsnarkose geblieben, was heute unbegreiflich erscheint. Er lehnte grundsätzlich die Etablierung der Anaesthesie als Spezialfach ab, weil er darin eine Aufsplitterung der Chirurgie in Spezialfächer sah. Sein Einfluß war groß genug, um in Deutschland die Entwicklung der Anaesthesie aufzuhalten.

Die ersten Ansätze zur Endotrachealnarkose finden sich bei Andreas Vesalius ¹⁾ (1514 - 1564) und in einer Arbeit von Meltzer aus dem Jahr 1892 (258). Auch die Physiologen verwendeten schon seit langer Zeit eine primitive Überdruckbeatmung, um ihre narkotisierten Versuchstiere am Leben zu erhalten.

1) Professor für Anatomie in Padua und Basel. Vesalius berichtet über die Anwendung intratrachealer Überdruckatmung im Tierexperiment.

Die entscheidende Arbeit stammt aus dem Jahr 1909 und wurde von Meltzer und Auer veröffentlicht. Sie behandelt die kontrollierte Narkoseatmung durch einen peroral eingeführten endotrachealen Tubus (259).

In den USA und Großbritannien macht die Thoraxchirurgie zu Beginn der 30er Jahre große Fortschritte, während in Deutschland, dem Geburtsland der Thoraxchirurgie, ein Stillstand einzutreten scheint. Nach Nissen (272) liegt der Grund dafür im Fehlen einer leistungsfähigen Anaesthesie, deren Aufbau durch die Autorität von Sauerbruch verhindert wurde. Heute ist die Endotrachealnarkose das Normalverfahren in der Thoraxchirurgie geworden, denn mit ihr können alle Gefahren der Druckdifferenz bei offenem Thorax beherrscht werden. Hinzu kommt der Vorteil laufender Absaugmöglichkeit des Bronchial- und Magensekrets. Seit Einführung des Curare in die Anaesthesie sank das Narkoserisiko durch den verminderten Narkotikabedarf noch weiter ab.

Die zunehmende Anwendung der "kontrollierten Beatmung" während der Operation, die anfänglich von den Chirurgen als zu kompliziert abgelehnt worden war, leitet die systematische Entwicklung der Thoraxchirurgie ein. Trotzdem muß festgestellt werden, daß die passive Beatmung am Anfang der zwanziger Jahre weniger praktische Bedeutung für das Operationsergebnis hatte, sondern vielmehr eine psychologische Erleichterung für den Chirurgen darstellte. Es wird damals der Fehler begangen, die am Hund gemachten Versuchsergebnisse auf den Menschen zu übertragen. Während beim Hund der einseitige offene Pneumothorax durch Einreißen der mediastinalen Pleura sofort zum doppelseitigen Pneumothorax wird, ist die mediastinale Pleura beim Menschen viel widerstandsfähiger. Da dies nicht bekannt war, ist die passive Beatmung, die ein Mediastinalflattern und damit das vermeintliche Einreißen der mediastinalen Pleura verhindert, von großer Bedeutung für die Operationsbereitschaft des Chirurgen.

Die geringe praktische Bedeutung der passiven Überdruckbeatmung für die Verbesserung der Operationsergebnisse erklärt sich aus zwei anderen Umständen: Einmal ist zu dieser Zeit noch kein Verfahren gefunden, das einen sicheren Bronchusverschluß erlaubt und zum anderen wird die Brustwand nach dem Eingriff immer luftdicht, ohne Drainage verschlossen, so daß es zu einem Spannungspneumothorax und Pleurainfektionen kommen muß. Nissen schildert den Stand der Thoraxchirurgie zu jener Zeit sehr anschaulich: "Als Sauerbruch Anfang der zwanziger Jahre mehrere Lobektomien bei freiem Pleuraspalt mit Verschluß der Brustwand ausführte, ist - so weit ich mich erinnere - der resultierende tödliche Spannungspneumothorax nicht so stark zu unserer Erkenntnis gekommen, daß seine therapeutische Beeinflussung versucht wurde. Es lag in der ungenügenden Vertrautheit mit postoperativen mechanischen Störungen, daß auch der pathologische Anatom bei der Autopsie an diesem verhängnisvollen Befund vorbeiging und gewöhnlich pleurale und mediastinale Infektion als Todesursache angab - ohne Rücksicht darauf, daß der Tod meistens ziemlich plötzlich und schockartig erfolgt war. Da bei der Hilusversorgung die mediastinale Pleura eröffnet wurde, fand die unter Spannung stehende intrapleurale Luft einen Ausweg ins Mediastinum und erzeugte hier das wohlbekannte Bild des Mediastinalempysems. Der Befund entging weder dem Kliniker noch dem pathologischen Anatomen, und es ist wohl darauf zurückzuführen, daß "Mediastinalempysem" als zusätzliche Todesursache in den Berichten figurierte. Daraus wurde der falsche Schluß gezogen, daß der Bronchusstumpf sich gewohnheitsmäßig ins Mediastinum retrahiere und bei Insuffizienz der Stumpfnähte zum Mediastinalempysem führe." (272)

In den meisten Fällen nahmen die Lungenoperationen diesen letalen Ausgang und so kann man auf Grund der wenigen erfolgreichen Resektionen (Tuffier 1892 (365), Haidenhain 1901 (168), Davies Morriston 1923 (95)) zu der Vorstellung,

daß vor diesen Eingriffen eine Verwachsung der Pleura-
blätter erzwungen werden muß. Die Gefahren des Spannungs-
pneus und der Pleurainfektion durch Aufgehen der Bronchus-
naht sind dadurch gebannt.

Parallel zur Entwicklung der verschiedenen Pleura-
tamponadeverfahren berichtet Morriston Davies 1922 über die
erste Lobektomie eines carcinomatösen Lungenlappens mit
individueller Unterbindung der Hilusgebilde (95). Im Gegen-
satz zu früheren Berichten (1908 Wayne Babcock (15), 1910
H. Kummel) entspricht sein Vorgehen den heutigen Vorstellun-
gen über das operative Vorgehen. Auf Grund einer Röntgen-
untersuchung stellt er die Diagnose Lungenkrebs. Die Ope-
ration gelingt, aber der Patient stirbt am 6. postoperativen
Tag an einem Empyem. Bei der Autopsie wird festgestellt, daß
der Bronchialstumpf dicht verschlossen ist. Obwohl hier der
Nachweis für eine zufriedenstellende operative Technik er-
bracht worden ist, wird das Verfahren nicht weiter angewandt.
Erst 1932 verwendet Churchill in Boston diese Technik wieder,
um ein Bronchuscarcinom zu entfernen.

Stattdessen werden nun verschiedene Verfahren entwickelt,
um die Verwachsung der Pleurablätter vor der Operation zu
erzwingen: extrapleurale Tamponade oder Plombierung (Sauer-
bruch), intrapleurale Tamponade, mechanische Schädigung der
Pleura durch Aufstäuben von Puder (J. Alexander) und Reiben
der Pleuraoberfläche mit Gaze (Churchill). Um das gewünschte
Ergebnis zu erreichen, sind meist mehrere vorbereitende Ein-
griffe notwendig. Bei der späteren Lobektomie wurde der er-
krankte Lappen dann aus seinen Verwachsungen gelöst, ohne
daß dabei der Pleuraspalt über dem gesunden Teil der Lunge
eröffnet wurde. Die Entfernung des Lungenlappens erfolgte
entweder nachdem der zugehörige Hilus mit einem Gummi-
schlauch fest umschnürt und dann der Spontanabstoßung über-
lassen wird, (Sauerbruch) oder durch sofortige Amputation
nach Anlegen mehrerer zirkulärer Massenligaturen um den
Hilus. Die zurückbleibende Höhle schließt sich entweder

durch Narbenschumpfung allein oder sie muß durch ausgedehnte Rippenresektionen beseitigt werden. Die Angaben über die Mortalitätsrate bei diesen Verfahren schwanken stark.

Howard Lilienthal berichtet 1922 von 15 Lobektomien mit einer Mortalität von 42% (230), Evarts Graham (141) berichtet über 3 Lobektomien, von denen eine letal endet, und Nissen (272) berichtet, daß er 1930 bei 32 Lobektomien nur eine Mortalitätsrate von 10% hat. Diese Ergebnisse beziehen sich aber ausschließlich auf Operationen bei Lungenabszessen und Bronchiektasen, denn die lange Dauer, die die vorbereitenden Operationen in Anspruch nehmen, machen eine Anwendung beim Carcinom unmöglich. Auch läßt die häufig angewandte Massenligatur des Hilus die notwendige Radikalität nicht zu, da stets ein langer Hilusstumpf zurückbleibt.

Doch hat die Massenligatur unter Berücksichtigung der damaligen Narkosemethoden auch Vorteile: Einmal die kürzere Operationsdauer, zum anderen die durch die schnelle Drosselung des Hilus verminderte Gefahr der Aspiration von Eiter aus der erkrankten Lunge. Erstickungs- und Aspirationspneumonie können so mit einiger Sicherheit vermieden werden, da ja ein Absaugen von Sekret aus dem Bronchialbaum, wie es heute zur Selbstverständlichkeit geworden ist, bei der Maskenatmung nicht möglich war.

Mit der 1929 veröffentlichten Arbeit von Harold Brunn in San Francisco tritt ein Wendepunkt in der Technik der Lobektomie ein. Er führt die Lobektomie in einer Sitzung durch und wendet, ohne die entscheidende Bedeutung zu erkennen, die postoperative geschlossene Drainage des Pleuraumes an. Bei 6 durchgeführten Lobektomien verzeichnet er einen Todesfall. 5 Operationen werden wegen Bronchiektasie, eine wegen eines Carcinoms durchgeführt (54).

Die Entwicklung der heute üblichen Resektionsmethode geht also nur sehr langsam vonstatten. Die Isolierung der Hilusgefäße war bei den fast ausschließlich zur Operation kommenden Lungeneiterungen durch Verwachsungen und entzündlich

veränderte Hiluslymphdrüsen sehr erschwert. Eine gewisse Verbesserung stellt das von Shenstone (331) 1932 erdachte Hilustourniquet dar. Es erleichtert die Blutstillung und reduziert den Gewebsstumpf am Hilus auf ein Minimum. Die einzeitige Lobektomie bei multiplen Lungenabszessen setzt sich mit seiner Hilfe allmählich durch. Es bleibt aber die Unsicherheit des Bronchusverschlusses. Bei einem großen Teil der malignen Tumoren ist die Methode zudem unbrauchbar, da das zwangsläufige Zurücklassen eines Gewebsstumpfes am Hilus die Radikalität der Operation infrage stellt. Unter besonderen Umständen kommt es dann zum ersten Mal zu einer isolierten Unterbindung der Hilusgebilde durch Churchill 1932. Wegen eines hilusnahen Carcinoms ist die Anwendung des Tourniquet nicht möglich. Arterien und Venen des erkrankten Lungenlappens werden daher einzeln unterbunden und der Bronchus durchschnitten. Churchill macht den Fehler, auf die Naht des Bronchusstumpfes zu verzichten, da er das Mediastinalempysem fürchtet, das nach einer Mitteilung Sauerbruchs der Bronchusnaht und der damit verbundenen Eröffnung des Mediastinums folgen soll. Auf Grund dieser Unterlassung verstirbt der Patient am dritten postoperativen Tag an einer Bronchopneumonie (75). In den folgenden Jahren jedoch wiederholt Churchill diese Operation unter Anwendung einer sicheren Bronchusnaht mit Erfolg.

Die erste Pneumonektomie gelingt Nissen 1931 an der Charité in Berlin. Nissen selbst berichtet über den Operationshergang: "Als bei einer zwölfjährigen Patientin mit diffusen Bronchiektasen der linken Lunge das Problem der totalen Pneumonektomie sich stellte, hielten wir es damals, im Jahre 1931, für richtig, die zweizeitige Methode anzuwenden, in der wir größere Erfahrung hatten. Das wesentliche Problem war allerdings nicht eines der Technik, sondern der funktionellen Pathologie. Man machte sich wenig Gedanken über den plötzlichen Verlust an Atemgewebe, den die totale Pneumonektomie zur Folge hat: die Erfahrungen der Veletzungschirurgie und der Kollapstherapie hatten zur Genüge gezeigt, daß die

Ausschaltung einer ganzen Lunge gut vertragen wird. Es waren schon mehr Bedenken vorhanden über das Schicksal des Leerraums, der nach der Entfernung der Lunge zurückbleibt. Gewiß, die Literatur berichtete über Fälle von einzeitiger Agenesie der Lunge, und die Autoren hätten sehr klar auseinandergesetzt, wie durch Verziehung von Mediastinum, durch Hochstand des Zwerchfells und durch Schrumpfung der Brustwand dieses Problem von der Natur gelöst wurde. Die größten Bedenken kreisten aber um den plötzlichen Verschuß des Hauptastes der Pulmonalarterie. Die Beobachtungen bei der Lungenembolie kamen stark zum Bewußtsein, und wir waren uns darüber klar, daß unter diesen Umständen Verschuß eines großen Pulmonalastes von hoher Sterblichkeit gefolgt ist. Die günstigen Ergebnisse der Tierexperimente von Gluck (134) und Biondi ließen sich nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen; denn man wußte von Versuchen mit der Lungenembolie, daß das tierische Herz infolge seiner großen Reservekraft wesentlich besser damit fertig wird, als das menschliche.

Die Operation wurde im Juli 1931 (271) ausgeführt. Der Lungenhilus wurde mit Gummischlauch und mehreren Seidenligaturen abgeschnürt; vierzehn Tage später stieß sich die nekrotische Lunge ab. Photographien, die sechs Jahre später aufgenommen wurden, zeigten eine gut entwickelte, gesunde Frau.

Durch den Erfolg der Operation wurden unsere Bedenken gegenstandslos: Eine embolieähnliche Krise blieb nach dem operativen Verschuß der linken Pulmonalarterie aus, und trotz sehr begrenzter Rippenresektion wurde der zurückbleibende Hohlraum durch Überwandern von Mediastinum und Herz, durch Hochsteigen des Zwerchfells und Schrumpfung der Thoraxwand ausgefüllt" (272).

Ein Jahr später wurde von Cameron Haight (149) in Ann Arbor (Michigan, USA) ein ähnlicher Fall operiert. Er drainierte bei einem 13jährigen Mädchen die Bronchiektasen

in der linken Lunge und schließt in vier Sitzungen eine Thorakoplastik an. Da aber noch eine zusätzliche Bronchusstenose vorliegt, die die Ausheilung verhindert, entschließt sich Haight dazu, eine vollständige Pneumonektomie durchzuführen. Das technische Vorgehen bei dieser Operation entspricht dem Verfahren von Nissen.

Im April 1933 wird die erste erfolgreiche Pneumonektomie wegen eines Lungencarcinoms ausgeführt. Sie wird von Graham in St. Louis (USA) in einer Sitzung durchgeführt (141). Sein Patient ist ein 48jähriger Arzt, der nach der Operation wieder in seinem Beruf tätig sein kann. Die von Graham durchgeführte Massenligatur des Hilus geht einige Wochen später auf, so daß in diesem Fall noch eine postoperative Thorakoplastik notwendig geworden ist.

Hier zeigt sich das noch ungelöste Problem der bis dahin geübten operativen Technik: der sichere Verschuß des Bronchusstumpfes. Eine sichere Methode des Bronchusverschlusses wird 1933 von Rienhoff (295) gefunden. Bei einem dreijährigen Kind entfernt er ein Fibrosarkom, nachdem er die Hilusgefäße und den Hauptbronchus sauber präpariert hat. Nach Entfernung der Lunge verschließt er den Bronchusstumpf durch Einzelnähte und sichert die Naht durch Aufsteppen von mediastinaler Pleura.

Mit dieser Arbeit sind die wesentlichen Erfahrungen nicht nur für die Pneumonektomie, sondern im Prinzip auch für die Lobektomie und die Segmentresektion gewonnen, zu deren Durchführung keine wesentlichen operationstechnischen Neuerungen notwendig sind.

Der kurze Abriß der Entwicklung der Lungenchirurgie zeigt, daß es viele Irrwege gegeben hat. Festgefahrene Lehrmeinungen und Befürchtungen haben den Fortschritt oft gehemmt. Eine ausschlaggebende Triebfeder für den Forschungswillen war die starke Zunahme der malignen Bronchialerkrankungen zu Beginn unseres Jahrhunderts. Es liegt jedoch die Vermutung nahe, daß das Lungencarcinom schon häufiger als festgestellt vorhanden

war, aber wegen der mangelnden diagnostischen Möglichkeiten nicht erkannt worden ist. Erst die Einführung der Röntgenuntersuchung machte die klinische Diagnose der malignen Bronchialerkrankungen möglich. Dadurch wird die Chirurgie geradezu gezwungen, nach einer jetzt möglichen Diagnose, auch eine adaequate Therapie zu entwickeln.

Eine interessante Aussage hierzu stammt von William Pepper, Philadelphia, aus dem Jahr 1850: "It is not until quite recently that the subject of pulmonary cancer has fully engaged the attention of the profession; hitherto such cases were viewed as mere matters of medical curiosity not known to be any degree influenced by medicine, and too rare to be of much practical importance. There is good reason to believe, however that this disease is of much more frequent occurrence than is commonly supposed and that in the vast majority of cases it entirely escapes detection, owing to the great difficulty which attends its diagnosis." (255) Diese Aussage kann als Beweis angesehen werden für die großen Aufgaben, welche die Thoraxröntgenologie der Thoraxchirurgie eröffnet hat.

Die Fortschritte, die auf dem Gebiet der chirurgischen Behandlung der Lungentuberkulose gemacht worden sind, sollen im Rahmen dieser Arbeit nur kurz aufgezeigt werden.

Nachdem man durch die Röntgendurchleuchtung den physiologischen Bewegungsablauf des Zwerchfells erkannt hatte, wird 1911 von Stürtz (353) die künstliche Zwerchfelllähmung in die Kollapsbehandlung eingeführt. Zunächst hat man dabei an eine Beeinflussung von Prozessen im Unterlappen gedacht, das Verfahren erweist sich jedoch auch für die Entspannung des Oberlappens als brauchbar. Wegen seiner Einfachheit hat dieses Vorgehen sehr schnell eine große Popularität gewonnen.

Die extrapleurale Ablösung der Lunge von der Brustwand, mit der nachfolgenden Plombierung oder dem Anlegen eines extrapleurales Pneumothorax, wird anfänglich nur von wenigen

Chirurgen ausgeführt. Als Plombenmaterial hat Tuffier (1892) Fettgewebe und Baer (1913) Paraffin empfohlen. Später werden auch Gummi, Polyvinyl, Schwämme und andere Stoffe dazu verwendet. Größere Verbreitung findet der extrapleurale Pneumothorax, der auf einen Vorschlag von Mayer (1913) (252) zurückgeht und bis in die Mitte der dreißiger Jahre sehr häufig angewendet wird.

1939 berichtet Monaldi (261) über große Erfolge mit der Kavernensaugdrainage. An einer Stelle, an der die Brustwand mit der Pleura verwachsen ist, geht er unter Röntgenkontrolle mit einem Trokar in die Kaverne ein und schließt an diesen einen Saugschlauch an. Bei vielen Kavernen kommt es zu einer rapiden Verkleinerung. Voraussetzung für das Verfahren ist, daß der zuführende Bronchus verschlossen ist, oder es zu dessen Verschuß kommt.

In der modernen Chirurgie der Lungentuberkulose wird heute die Lungenresektion sehr häufig angewandt. Die ersten Versuche werden 1884 von Biondi (28) und 1891 von Tuffier (366) unternommen. 1935 berichtet Friedlander in den USA über eine Lobektomie wegen Tuberkulose, jedoch findet sein Vorschlag keine Anerkennung (118). Die entscheidende Arbeit für den Durchbruch der Lungenresektion wird 1943 von Churchill und Klopstock (79) veröffentlicht. Sie berichten über 6 Lobektomien nach der Technik von Davies, und beweisen daß die bazilläre Infektion des durchtrennten Bronchus relativ selten eine Tuberkulose der Pleura oder der Brustwandwunde zur Folge hat. Sie zeigen ferner, daß durch die Resektion die Lungenfunktion besser aufrecht erhalten wird, als durch die Thorakoplastik. Die Lungenresektionen erlangen in der operativen Tuberkulosetherapie sehr bald eine weite Verbreitung. Zu ihrem Erfolg tragen neben der Röntgendiagnostik auch die Entdeckung der Tuberkulostatika bei, durch die das Operationsrisiko wesentlich gesenkt werden kann.

Die Tendenz, möglichst viel funktionsfähiges Lungengewebe zu erhalten, führt zur Segmentresektion. Die Einführung der

Tomographie (1937) hatte die klare Beschreibung der tuberkulösen Kavernen ermöglicht und die präzise präoperative Lokalisation des betroffenen Segmentes ermöglicht. Die Tatsache, daß die anatomische Lungeneinheit nicht der Lappen, sondern das Segment ist, war schon längere Zeit bekannt gewesen. In das klinische Bewußtsein rückt diese Tatsache aber erst durch die Arbeit der Otolaryngologen Kramer und Glass 1932 (212). Eine Veröffentlichung von Hernheiser (173) hat dann die röntgenologischen Fragestellungen geklärt. Die erste Segmentresektion wird von Churchill (79) und Belsey 1939 ausgeführt, während Overholt (1942) (279) sich Verdienste für die spezielle Ausgestaltung der Technik erwirbt.

Als Ergebnis dieser Entwicklung in der Thoraxchirurgie lassen sich vier grundsätzlich neue Erkenntnisse formulieren:

1. Isolierte Versorgung der Hilusgebilde und damit Abkehr von der Umschnürung durch Tourniquet und Gummischlauch.
2. Sicherung des Bronchusstumpfverschlusses durch Pleura-Übernähung.
3. Die entscheidende Bedeutung der Thorax-Saugdrainage zur Abwendung des Spannungspneumothorax bei Bronchial- und Parenchymfisteln, sowie der Mediastinalverlagerung und der Atelektase von verbliebenen Lungenlappen.
4. Die Entwicklung von einseitigen Verfahren bei der Lungenresektion.

Diese entscheidenden Fortschritte sind an die Namen Sauerbruch, Nissen, Brunner, Overholt und Churchill geknüpft. Nach den fortschreitenden Verbesserungen beträgt heute die postoperative Mortalität nach Lungenoperationen etwa

1 - 5 % (4). Die dargestellten Entwicklungsschwierigkeiten der Thoraxchirurgie waren die Ursache dafür, daß es sehr lange im Grunde nur eine Chirurgie der Brustkorbwand und des Rippenfells gegeben hat. Heute stellt sich die Lungen-

chirurgie dank der in den letzten Jahrzehnten gewonnenen Erfahrungen und der neuen Erkenntnisse als ein gut begründetes und erfolgreich entwickeltes Teilgebiet der Chirurgie dar, ohne daß selbstverständlich damit schon ein Abschluß der Entwicklung erreicht ist.

DIE SYMPTOME CHIRURGISCH ANGENHBARER LUNGENKRANKHEITEN UND IHRE RÖNTGENOLOGISCHE ABKLÄRUNG

Es ist eine Besonderheit der Lungenerkrankungen, daß nur die akuten Verlaufsformen - wegen ihrer Entzündungssymptome - oder die plötzlich zustande kommenden Einengungen von Lungenabschnitten und der Atemfläche - wegen plötzlicher Funktionsausfälle der Atmung und des Kreislaufes - subjektiv bewußt und objektiv faßbar werden (176).

Indikationen für chirurgische Eingriffe sind überwiegend die chronischen Lungenkrankheiten. Für diese Krankheitsbilder gilt, daß sie sehr lange stumm, also frei von subjektiven Krankheitszeichen sind und erst an den Komplikationen vom Patienten fühlbar und für den Arzt erkennbar werden. Lungentuberkulose, Bronchialcarcinom und Lungenabszeß sind dafür deutliche Beispiele. Werden aber von Lungenerkrankungen überhaupt Symptome unterhalten, so gelten sie lange Zeit als alltägliche Belanglosigkeiten und werden als harmlose Zivilisationsschäden hingenommen, ohne daß ihnen ein Krankheitswert zugemessen wird.

Das gilt besonders für das häufige Symptom Husten. Er wird besonders von Männern als "Raucherkatarrh" oder als Zeichen einer harmlosen Bronchitis abgetan. Erst wenn in einigen Fällen - dies muß durchaus nicht immer sein - blutiger Auswurf oder gar eine Hämoptyse auftritt, alarmiert dies zum Einholen ärztlichen Rates. Da auch Krankheitserscheinungen des Allgemeinzustandes fehlen können oder nicht kennzeichnend sind, wie Gewichtsabnahme, Fieber oder Dispnöe, ist das Krankheitsbild der Lungenleiden, in den für die Heilung ausschlaggebenden Anfangszeiten leer und nichts-sagend.

Auch die Lokaldiagnose, die bei Erkrankungen in anderen Körperregionen oft wichtige Hinweise auf die Art des Leidens

gibt, bietet bei chronischen Lungenerkrankungen meist wenig Anhaltspunkte. "Oft ist man erstaunt, daß selbst große Zerstörungsherde durch die physikalische Untersuchung nicht nachgewiesen oder lokalisiert werden konnten. Namentlich im Unterlappen ist die physikalische Diagnose der Höhlen außerordentlich schwierig" (Sauerbruch) (314).

Trotz oder gerade wegen der geschilderten Armut an Krankheitssymptomen kann nur bei einer Röntgenuntersuchung ein pathologischer Befund erwartet und auch erhoben werden. In der frühzeitigen Diagnose, die eine Voraussetzung für die erfolgreiche Therapie darstellt, liegt der große Fortschritt durch die Röntgenuntersuchung begründet (2). ¹⁾

Das klinische Bild fortgeschrittener Lungenprozesse ist im allgemeinen dasjenige seiner Komplikationen: Pleuritis, Interkostalneuralgie, schmerzhaftes Verdrängungserscheinen der benachbarten Organe, Atem- und Kreislaufstörungen, Stenosierung des Oesophagus und Oesophagitis, um nur einige zu nennen. Hinzu treten sekundäre pneumonische Komplikationen, Atelektasen und Bronchiektasen (167). Wenn auch die Symptomatologie der chronischen Lungenleiden zu Beginn verborgen und ausdruckslos ist, so sind die Spätfolgen von einer verwirrenden Mannigfaltigkeit und bereiten damit erhebliche Schwierigkeiten bei der differentialdiagnostischen Abklärung.

In der diagnostischen Abklärung besteht für den Chirurgen jedoch nur eine Teillösung des Problems. Ist es ihm früher nicht möglich gewesen die Lage und Ausdehnung eines Krankheitsherdes vor dem Eingriff exakt zu bestimmen, so kann er jetzt durch die Kenntnis des Röntgenbefundes sein operatives

¹⁾ Auf Grund dieser Erkenntnis entwickelt Schinz 1921 (323) das Röntgen-Schirmbildverfahren. 1936 untersucht der Brasilianer D'Abreu damit erstmals größere Bevölkerungsgruppen tuberkulosegefährdeter Menschen (2).

Vorgehen genau planen. Früher hat sich häufig erst nach Eröffnung des Thorax das ganze Ausmaß des Befundes gezeigt und es konnte erst intraoperativ über das eigentliche Verfahren entschieden werden. "Zu dieser Lokaldiagnose erweist sich die Röntgenuntersuchung als das wichtigste Hilfsmittel" (Sauerbruch) (314). "Ja, wir können sagen, daß uns das Röntgenbild schon vor der operativen oder autoptischen Freilegung des Herdes einen so genauen Einblick in dessen Lokalisation und Struktur gestattet, wie es uns durch die exakteste klinische Untersuchung kaum je möglich wäre." (Chaoul und Stierlin) (314)

Im Rahmen dieser Arbeit kann die Diagnose der Lungenkrankheiten, die röntgenologisch differenziert und chirurgisch therapiert werden können, nur kurz aufgezeigt werden, und keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

I. Tumoren

1. Das Bronchialcarcinom

Das Bronchuscarcinom hat in den letzten 50 Jahren ständig an Häufigkeit zugenommen und ist bei Männern zum häufigsten Organkrebs geworden. 1920 hatte das Bronchialcarcinom nur einen Anteil von 5 % aller Karzinome bei Männern, 1960 macht es bereits 12 % aller Karzinome aus (312). Von der ersten Untersuchung bis zur Diagnosestellung vergehen durchschnittlich 8 Monate (387). Einer der Gründe dafür, neben den obengenannten, ist eine "ungenau, ungenügende, verzögerte Abklärung" durch den Arzt (4). Röntgendiagnostisch lassen sich grob zwei Formen des Bronchialcarcinoms unterscheiden: Ein Teil ist scharf abgegrenzt und dadurch schwer von Metastasen, gutartigen Lungentumoren, Tuberkulomen, Lymphogranulomen und Lungensarkomen zu unterscheiden. Der andere Teil strahlt radiär ins Parenchym aus und bildet mit seinen "Krähenfüßen" ein typisches Bild. Häufig ändern sich jedoch diese Erscheinungsbilder während des Krankheitsverlaufes und werden durch Hinzutreten von Broncho-

pneumonien und Atelektasen verwischt. Zur röntgenologischen Differenzierung werden die Thoraxaufnahme, die Tomographie, die Bronchographie, die Angiographie, die Elektrokymographie und das Oesophagogramm herangezogen (96).

Über die Ausdehnung des Primärtumors gibt die Thoraxaufnahme in zwei Ebenen Aufschluß. Häufig wird auch die Bronchoskopie hinzugezogen, sofern der Tumor nach der Röntgenaufnahme in den Bronchien oder bronchiennah lokalisiert sein könnte.

Der Zustand der hilären, mediastinalen und peripheren Lymphknoten wird durch die Tomographie und das Oesophagogramm einer Beurteilung zugänglich gemacht. Hier gelangen auch Mediastinoskopie, Scalenusbiopsie und perbronchiale Biopsie zur Anwendung, wenn durch die röntgenologische Untersuchung die Indikation dazu geklärt worden ist.

Zur Beurteilung der Operationsindikation oder der Feststellung der Inoperabilität bei Pleurabeteiligung, Recurrens- und Phrenicuslähmung werden der diagnostische Pneumothorax, die Flächenkymographie und das diagnostische Pneumomediastinum angewandt.

Zur Darstellung eines Neoplasmas in den peripheren Bronchien und zu dessen Abklärung gegenüber einer chronischen Bronchitis, Bronchiektasen, Tumorstenosierung oder Einbruch eines tuberkulösen Lymphknotens dient die Bronchographie.

Die Pulmonalarteriographie bedarf einer speziellen Indikation und dient zur Klärung pathologischer Veränderungen des Lungenkreislaufes, wie z.B. der Darstellung eines arteriovenösen Shunts, der als Folge eines bronchostenotischen Syndroms entstanden ist. Beim Abfluß des Kontrastmittels in den venösen Schenkel der Lungengefäße können Venenkompressionen durch ein Bronchialcarcinom, andere Lungentumoren oder Mediastinaltumoren zur Darstellung gelangen.

2. Übrige Lungengeschwülste

Sinngemäß gelten die obengenannten Ausführungen auch für die Diagnose der übrigen Lungengeschwülste. Sie treten sehr viel weniger häufig auf als das Bronchialcarcinom, haben aber für die Differenzialdiagnose des Röntgenologen und Chirurgen große Bedeutung. Es sind:

- a) metastatische Geschwülste z.B. bei Mammacarcinom, Schilddrüsen- und Hypernephroidem Carcinom, die häufig vor Entfernung des Primärtumors auftreten und gelegentlich die einzige Manifestation des Neoplasmas sind. Hin und wieder erweisen sich exstirpierte "Rundherde" auch als Metastasen eines lange Zeit stummen oder nicht erkannten Primärtumors.
- b) das semimaligne Bronchusadenom, das wegen seiner Entartungsgefahr röntgenologisch lokalisiert und der Radikal-exstirpation unterzogen wird.
- c) das sehr seltene Lungensarkom, das röntgenologisch kaum von einem Bronchuscarcinom oder einer chronischen Pneumonie getrennt werden kann. Nach Brouet soll es sich als eine häufig isolierte mit dem Mediastinum nicht in Verbindung stehende Verschattung darstellen, die meist scharf begrenzt ist (52).
- d) gutartige Lungentumoren werden meist als Zufallsbefunde bei einer Röntgenuntersuchung entdeckt und erscheinen dabei als "Rundherd". Bei ihnen handelt es sich um Fibrome, Lipome, Osteome, Myome, Hämangiome und relativ häufig um Chondrome (167), sie sind aber insgesamt sehr selten. Ihr Ausgangsort liegt meist in der Peripherie und sie verlaufen in der Regel symptomlos, aber auch endobronchial wachsende Formen sind bekannt. Für den Chirurgen stellen sie häufig eine Indikation zur Probethoraktomie oder zur transcutanen Punktion dar, da nur so histologisch oder cytologisch ihre Natur geklärt werden kann (4).

II. Chronisch-entzündliche Prozesse

1. Bronchiektasen

Bronchiektasen werden im chronischen Stadium durch Segment- oder Lappenresektion therapiert, sofern die gute Funktion der Restlung gesichert ist und der Allgemeinzustand des Kranken zufriedenstellend ist. Die Indikation zur Operation ist abhängig von einer exakten Feststellung der Ausdehnung der Veränderungen und einer genauen Lokalisation der pathologischen Veränderungen (4) (96). Liegen in beiden Lungenflügeln Bronchiektasen vor, so schließt dies eine Resektion nicht aus. Als unerlässliches Hilfsmittel für die Indikationsstellung zum operativen Eingriff und zur Kontrolle des postoperativen Verlaufs hat sich die Bronchographie erwiesen (4) (360). Die Heilungsergebnisse liegen nach Allgöwer heute bei 85 % der Fälle.

2. Lungenabscesse

Eine chirurgische Indikation stellen chronische Abscesse und Abscessresthöhlen dar. Wenn eine Pleuraverklebung vorhanden ist, können sie transpleural nach außen drainiert werden, sonst muß eine Segment- oder Lappenresektion durchgeführt werden (96) (394). Zur diagnostischen Abklärung und zur Differentialdiagnose dient die Thoraxübersichtsaufnahme in zwei Ebenen und die Tomographie. Bei einer unklaren Vorgeschichte ist es oft schwierig ein nekrotisch einschmelzendes Carcinom auszuschließen. Tuberkulöse Kavernen, infizierte Lungencysten und perforierte Empyeme lassen sich häufig durch die Tomographie und andere klinische Untersuchungen ausschließen. Nach Hegglin sind ca. 10 % aller Lungenabscesse die Folge einer Bronchialobstruktion vor allem auf Grund eines Carcinoms (167).

Eine geringere Rolle spielt die Lungengangrän, die heute nur dann chirurgisch angegangen wird, wenn das Tomogramm eine derbe bindegewebige Absceßmembran zeigt und eine antibiotische Therapie erfolglos ist.

3. Chronische Pneumonie

Die chronische Pneumonie ist heute sehr selten. Auf dem Thoraxübersichtsbild sieht man meist eine inhomogene Verschattung mit weicher Begrenzung. Gelegentlich stellen sich auch Einschmelzungen und Abscesse mit Fibrosierung dar (58). Eine differentialdiagnostische Abklärung gegenüber einer Tumoratelektase ist auch mit Bronchographie nur schwer möglich. Die heutigen Kenntnisse über die chronische Pneumonie sind zum großen Teil durch die postoperative Untersuchung von Resektionspräparaten gewonnen worden. Mit Hilfe dieser Untersuchungen konnten die röntgenologischen Symptome genauer zugeordnet werden. Brunner und Tanner (58) haben 1959 auf Grund ihrer Resektionspräparate die röntgenologischen und klinischen Symptome der chronischen Pneumonie beschrieben. So kann eine chronische Pneumonie in Erwägung gezogen werden, wenn sich aus der Anamnese ein akuter Beginn ohne Vorsymptome ergibt, röntgenologisch die regionären Lymphknoten vergrößert sind und eine intensive inhomogene Verschattung vorliegt. Dennoch bleibt die Diagnose schwierig und eine Probethoraktomie wird von manchen Chirurgen vorgezogen (4).

III. Mißbildungen

1. Zystenlunge und Lungenzysten

Einzelne Lungenzysten werden meistens als Zufallsbefunde bei der röntgenologischen Thoraxuntersuchung gefunden und sind meist symptomlos. Es zeigen sich einzelne oder mehrere zarte Ringschatten ohne umgebendes Infiltrat auf der Aufnahme. Sie imponieren als Rundschatten, wenn sie mit Sekret gefüllt sind, ein seltenes Vorkommnis. Schwierig ist die Abgrenzung gegen ein bullöses Emphysem, wenn die Cystenwand verdickt ist. Ein operativer Eingriff ist notwendig, wenn es durch den meist tangential in die Cyste einmündenden Bronchus (291) zu einer inspiratorischen Ventilstenose gekommen ist. Dadurch entstehen Riesencysten, die sich über eine ganze

Lungenhälfte ausdehnen können (109), und unter den Symptomen eines Spannungspneus zu einer akuten Notsituation führen. Die Tomographie klärt hier die Ursache und schafft die Voraussetzung zur Eukleation der Cyste.

Kommt es zur Infektion dieser Cysten, so können sie auf der Übersichtsaufnahme kaum von Lungenabscessen oder bronchiektatischen Kavernen abgetrennt werden, sofern keine weiteren Cysten auf der Aufnahme sichtbar sind. Auch hier verschaffen dem Chirurgen nur die Tomographie und in schwierigen Fällen auch die Bronchographie Klarheit. Dies gilt auch für gereinigte Abszeß- oder Gangränhöhlen, die oft als Solitärzysten imponieren.

Die Cystenlunge und Wabenlunge ("honey-comb-lung") zeigen auf der Übersichtsaufnahme cystische Veränderungen eines Segmentes oder eines Lappens, einseitig oder auch doppelseitig, und lassen sich durch den tomographischen Nachweis multipler Cysten meist diagnostizieren (109).

Von chirurgischem Interesse ist ihre Unterscheidung gegenüber sog. sequestrierten Lungensegmenten oder -lappen, die Gefäßmißbildungen darstellen. Sie werden in erster Linie durch Arterienäste aus der Aorta versorgt, zeigen arterio-venöse Shuntbildungen und neigen zu Blutungen. Röntgenologisch findet man eine grobfleckige Verschattung in posterobasalen Lungenbezirken, die multiplen Cysten ähnelt. Zur genauen differentialdiagnostischen Abklärung ist die Angiographie erforderlich (343) (387).

IV. Chirurgische Formen der Lungentuberkulose

Seit Einführung der Tuberkulostatika ¹⁾ haben für den Chirurgen die herdförmigen Tuberkulosen die größte Bedeutung.

¹⁾ 1952 erhält Selman Abraham Waksman den Nobelpreis für Medizin für die Entwicklung des Streptomycins.

Durch Entdeckung des Streptomycins, PAS und INH wird oft eine Heilung in den Fällen erreicht, die früher durch die Kollapstherapie behandelt werden mußten. Die früheren Ergebnisse der chirurgischen Behandlung der Tuberkulose sind beachtlich, wenn man berücksichtigt, daß die heute übliche lange tuberkulostatische Vor- und Nachbehandlung nicht möglich gewesen war. Für die Operationsergebnisse der Thorakoplastik gibt Nissen folgende Zahlen an (270):

Jahr	Klinik	Heilung	Wesentliche Besserung	Sozialer Erfolg
1923	J. Alexander (Weltstatistik)	32,2%	9,3%	41,5%
1930	Bull	42,1%	15,1%	67,2%
1930	Gravesen	42%	arbeitsfähig	
1930	Nyström	53,7%	arbeitsfähig	
1930	Sauerbruch	36 - 42%	30%	66 - 72%

Heute wird die Indikation zur Resektion nur nach gründlicher röntgenologischer Diagnostik - vor allem der Thoraxaufnahme in zwei Ebenen und dem Tomogramm - und nach ausgiebiger tuberkulostatischer Vorbehandlung gestellt, wenn eine Restkaverne, ein Tuberkulom, eine tuberkulöse Bronchialstenose oder ein Kavernensystem (destroyed lung) vorliegt.

Die Tuberkulosetherapie durch die Lungenkollapsmethoden ist heute nur noch selten indiziert. Bei bilateralen Prozessen, schlechtem Allgemeinzustand und ungenügender Ansprechbarkeit auf Tuberkulostatika wird heute am häufigsten der Pneumothorax angewendet. Sind mangelnde Entfaltung der Restlunge, infizierte Operationsresthöhlen, spezifische oder mischinfizierte Empyeme röntgenologisch nachgewiesen und heilen diese Komplikationen unter medikamentöser Therapie und der Saugdrainage nicht ab, so kann auch heute noch eine Thorakoplastik notwendig werden (96).

V. Parasitäre Lungenerkrankungen

1. Echinokokkus

Unter den parasitären Lungenerkrankungen stellt die Echinokokkuscyste eine operative Indikation dar. Röntgenologisch ist die Cyste als runde bis ovale Verschattung zu sehen, die während des Inspiriums meist einer Formveränderung unterliegt. Kann während der Untersuchung durch kräftiges Aus husten an Stelle der Verschattung ein luftgefüllter Hohlraum hervorgerufen werden, so ist röntgenologisch die Diagnose Echinokokkus nahezu sicher (167). Differentialdiagnostisch müssen gut- und bösartige Tumoren ausgeschlossen werden, bei Verkalkungen in der Cyste auch tuberkulöse Herde. Die chirurgische Therapie besteht in der Enucleation der Cyste nach genauer röntgenologischer Lokalisation.

2. Aspergillose

Das Aspergillom kann Ursache einer Lungenblutung sein (56), verursacht aber in den meisten Fällen keine klinischen Symptome. Häufig imponiert es als langdauernde Verschattung bei gutem Allgemeinbefinden oder tritt bei Schwächung der körpereigenen Abwehr durch langdauernde Cortisontherapie und bei zehrenden Erkrankungen auf. Die auf dem Röntgenbild sichtbare Doppelkonturierung bei birnenförmiger Gestalt ist nach Daniello et al. (95) nicht pathognomisch für das Aspergillom. Ähnliche Bilder sollen auch bei Dermoidzysten, Lungenabscessen und Bronchialcarcinomen zu sehen sein. Für den Chirurgen ist diese differentialdiagnostische Erwägung bedeutsam, da die Therapie des Aspergilloms in der Exstirpation des erkrankten Lungenabschnittes besteht.

Thoraxchirurgische Eingriffe sind auch heute noch mit einem erheblichen Operationsrisiko verbunden. Die Operationssterblichkeit bei intrathorakalen Eingriffen beträgt heute für Patienten von 50 - 60 Jahren 5 - 10 % und für Patienten von 60 - 70 Jahren 10 - 15 % (4). In diesen Lebensabschnitten

manifestiert sich jedoch z.B. das Bronchialcarcinom am häufigsten (398). Auf Grund des hohen Operationsrisikos ist der Ruf der Chirurgie nach einer schnellen präoperativen Diagnostik und einer Frühdiagnostik durch die verschiedenen Verfahren der Röntgenuntersuchung nicht verhallt. Allgöwer schreibt über die intrathorakalen Eingriffe: "Die intraoperative Beurteilung kann auch für den Erfahrenen sehr schwierig sein; deshalb legt auch der operierende Chirurg großen Wert auf eine umfassende präoperative Abklärung der Natur der Krankheit und der Ausdehnung der Läsion." (4)

Trotz des noch relativ hohen Risikos der heutigen Thoraxchirurgie, zeigt uns ein Blick in die Geschichte der Lungenkrankheiten, daß die Fortschritte der letzten 75 Jahr gewaltig sind. Als stellvertretendes Beispiel für den Fortschritt seien die Therapieergebnisse bei den Lungeneiterungen aufgeführt. Sauerbruch (314) berichtet, daß die Mortalität bei interner Behandlung von Lungeneiterungen an den Berliner Kliniken in den Jahren 1897 - 1900 bei 64,6 % liegen, die Heilungsquote nur 7,8 % erreicht.

1901 fordern Quincke, Garré und Lenhartz auf der 73. Naturforscherversammlung in Hamburg zum ersten Mal die operative Behandlung der Lungeneiterungen. 1906 berichtet Kissling dann über 60 operative Eingriffe bei Lungengangrän mit einer Mortalität von nun mehr 35 % (314a).

Diese Entwicklung war in großem Ausmaß Verdienst der Röntgendiagnostik, die nicht nur eine Frühdiagnose erlaubte, sondern dem Chirurgen ermöglichte, das chirurgische Vorgehen präoperativ festzulegen. Nicht weniger ist sie an der Erforschung der Indikationsstellung beteiligt, einem Problem dem besonders in der Thoraxchirurgie große Bedeutung für den erfolgreichen Eingriff zukommt.

War die Röntgenuntersuchung früher eine Hilfswissenschaft mit bescheidenen Möglichkeiten, ist sie heute oft allein imstande, ein krankhaftes Geschehen aufzudecken, das anderen Untersuchungsmethoden schwer oder nicht zugänglich ist.

Ohne Röntgendiagnostik wären die großen Fortschritte der Diagnostik in den letzten Jahren nicht möglich gewesen, da die Röntgenuntersuchung die Entfaltung vieler Gebiete der modernen Medizin erst möglich gemacht hat. Die Röntgendiagnostik erlangte eine wachsende Bedeutung auf allen medizinischen Teilbereichen. Sie zeigt aber nicht überall eine so enge Verquickung ihrer eigenen Fortschritte mit der Entwicklung eines Faches, wie auf dem Gebiet der Lungenchirurgie.

DIE LUNGENDURCHLEUCHTUNG

Die Lungendurchleuchtung in ihrer ursprünglichen Anwendung hat heute fast nur noch historische Bedeutung. Im Gegensatz zu den Anfängen der röntgenologischen Thoraxdiagnostik ist sie heutzutage dem Inhalt nach eine Zusatzuntersuchung und bedarf einer speziellen Indikation. Im Vergleich zum Röntgenbild ist die Detaillierkennbarkeit geringer, die Strahlenbelastung für den Patienten ist groß. Neben der zeitraubenden Dunkeladaptation führt auch die Gefahr der subjektiven Verfälschung des Untersuchungsergebnisses durch den Untersucher (schnelle Ermüdung der Augen, infolge geringer Leuchtdichte des Schirmes sowie der auf 1/10 herabgesetzten Sehschärfe, infolge ausschließlichen Stäbchen-Sehens) und die Unmöglichkeit der Dokumentation des erhobenen Befundes zur Suche nach neuen Techniken, wie sie heute in Form von Magnetbandspeichern und Bildverstärker-Fernsehketten zur Verfügung stehen.

Eine Indikation zur Durchleuchtung der Thoraxorgane wird heute nur noch dann gesehen (176) (23), wenn die Klärung des Befundes aus dem Röntgenbild allein nicht möglich ist. Mit Hilfe der Durchleuchtung kann die Funktion des Zwerchfells studiert werden, eine Möglichkeit die schon die ersten Röntgenologen fasziniert hat. Es gelingt mit ihr die Lokalisation von Infiltrationen und Fremdkörpern zu bestimmen, vor allem wenn sie im Hilusbereich oder in paravertebralen und zwerchfellnahen Lungenabschnitten liegen. Bei Vorliegen einer Bronchusventilstenose kann das Mediastinalwandern beurteilt werden, außerdem lassen sich am Herzen Verkalkungen, Shuntvitien und Aortenklappenfehler beobachten und Funktionsläsionen beurteilen.

Seit 1950 die Bildverstärkerröhre und nach 1950 die Röntgenbildverstärker-Fernsehkette eingeführt wurde, sollte die klassische Thoraxdurchleuchtung hinter dem Zinkcadmiumsulfid-Leuchtschirm nicht mehr angewendet werden.

Die Einführung der Röntgenbildverstärkerröhren war einer der größten technischen Fortschritte in der praktischen Röntgendiagnostik. Eine ähnliche Bedeutung hatte die 1908 von Groedel und Horn entwickelte Verstärkerfolie, die 1913 von Coolidge konstruierte Glühkathodenröhre, die 1914 von Pohl angegebene und 1930 von Bouwers verbesserte Drehanodenröhre, der 1918 von Götze entwickelte Strichfocus sowie die von Bucky 1913 entwickelte Streustrahlenblende.

Die oben beschriebene technische Entwicklung der Röntgentechnik war auch der Hauptgrund dafür, daß die ersten röntgenologischen Erfahrungen fast nur mit der Durchleuchtung - dem einfachsten und billigsten Röntgenverfahren - gewonnen worden sind.

Die damaligen schwachen Apparate haben keine kurzen Expositionszeiten erlaubt, da sonst eine genügende Belichtung der Röntgenplatten nicht möglich gewesen wäre. Eine Thoraxaufnahme erforderte eine Expositionszeit von mehreren Sekunden, so daß sich die Organe unscharf auf den Platten abzeichneten. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß am Anfang der Röntgendiagnostik im Thoraxraum die Röntgenoskopie (Durchleuchtung) die vorrangige Untersuchungsmethode war.

Bald hatte man herausgefunden, daß sich pathologische Prozesse in der Lunge durch Verdichtungen auf dem Durchleuchtungsschirm darstellen. Der Kontrastunterschied zwischen dem beatmeten Lungenparenchym und der - damals noch nicht einwandfrei geklärten - Lungenzeichnung, wie auch der dichte Schatten der Mediastinalorgane und des Zwerchfells, ermöglicht es den ersten Untersuchern bei der Durchleuchtung bestimmte Aussagen zu machen.

Um pathologische Verdichtungen auf dem Schirm richtig deuten zu können, mußte geklärt werden, welches anatomische Substrat die Lungenzeichnung hervorruft. Der Streit wogt einige Jahre hin und her, denn es wurden von verschiedenen Forschern drei verschiedene Meinungen vertreten. Die älteste Arbeit stammt von de la Camp (61) aus dem Jahr 1904, der

in der Lungenzeichnung die Wiedergabe der Bronchien mit ihren mittleren und feineren Ästen sieht. Der gleichen Auffassung sind auch Schellenberg (1907) (318), Arnsberger (8) und andere.

Eine zweite Gruppe ist der Ansicht, daß die Lungenzeichnung sowohl durch die Bronchien als auch durch die Gefäße bedingt ist: Grödel (143), Küpferle (1911) (220), Hasselwander (1911) und Bruegel (152) u.a.

Eine dritte Gruppe von Röntgenärzten, unter ihnen Albers-Schönberg (1910) (3), Holz knecht (1901) (177), Fränkel und Lorey (1909) (117) und Assmann (1911) (10), glaubt hingegen, daß nicht die Bronchien, sondern die Gefäße den charakteristischen Schatten geben. Röntgenbildanalysen, experimentelle Untersuchungen an Leichenlungen und Tierexperimente, haben ergeben, daß die Schattenzeichnung der gesunden Lunge hauptsächlich auf ihrem Gefäßgehalt beruht. Trotz dieser Versuchsergebnisse kann man in Sauerbruchs "Chirurgie der Brustorgane", Auflage 1, 1920, nachlesen, daß diese Frage zu jenem Zeitpunkt noch nicht endgültig entschieden war: Sauerbruch schließt sich der Meinung von Chaoul und Stierlin an, die über ihre Versuche an der Züricher Klinik zur Klärung der Lungenzeichnung berichten und zu dem Schluß kommen, daß sie durch die Gefäße hervorgerufen werden. Es ist sicher auch Sauerbruchs Autorität zur damaligen Zeit zu verdanken, daß sich die "Gefäßtheorie" durchzusetzen begann.

Schon die ersten Röntgenologen können mit der systematischen Durchleuchtung des Thorax - auf Grund einer genauen Analyse der Größe, Lage, Begrenzung und Konturschärfe des Schattens - eine pathologisch-anatomische Zuordnung des Befundes vornehmen und ihre Ergebnisse in das klinische Gesamtbild integrieren. Um von einem fraglichen Herd einen möglichst tiefen und scharf begrenzten Schatten auf dem Schirm zu erhalten, mußte der Herd möglichst nahe an den Schirm herangebracht werden. Aus diesem Grund wurde es als ein großer Vorteil der Durchleuchtung angesehen, daß man

den Thorax in verschiedenen Durchmessern betrachten konnte. Dadurch sind häufig Schatten entdeckt worden, die auf einer Aufnahme - unter Berücksichtigung der damaligen Technik - nur undeutlich oder nicht gesehen werden konnten.

Ein ausschlaggebender Faktor für die Anwendung der Thoraxdurchleuchtung war die Möglichkeit zur Funktionsprüfung. "Der größte Vorteil, welchen die Durchleuchtung gegenüber der bloßen Aufnahme voraus hat, ist, daß sie uns ermöglicht, die Atembewegungen, sowie ihren Einfluß auf den Luftgehalt der Lunge direkt zu beobachten." (314) Die Drehung des Kranken während der Durchleuchtung und die Möglichkeit des Einblendens auf ein kleines Feld, die Beobachtung der Zwerchfellbewegung, die Feststellung dessen paradoxer Verschieblichkeit, der Nachweis von Adhäsionen, die physiologische inspiratorische Aufhellung der Lunge, die Beurteilung des Sinus cortodiaphragmaticus und der Beweis des Mediastinalpendelns sind Beispiele für die neuen Erkenntnisse, die mit Hilfe der Thoraxdurchleuchtung erarbeitet wurden. Wichtig für die Thoraxchirurgie war damals die Lokalisation von Lungenerkrankungen, von Fremdkörpern und bereits die Frühdiagnose der Phtise. Durch die Röntgenoskopie hatte man erkannt, daß eine gesunde Lungenspitze beim Husten eine Aufhellung auf dem Durchleuchtungsschirm zeigt, wohingegen bei Vorliegen einer Infiltration oder Vernarbung des oberen Lungenpols dieses Phänomen nicht nachweisbar ist (11).

Im wesentlichen sind schon 1901 mit dem Erscheinen von Holzknights Buch "Röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide" die grundsätzlichen mit der Durchleuchtung erfaßbaren Erkenntnisse gewonnen, noch bevor die eigentliche Ära der Thoraxchirurgie 1904 durch Sauerbruch eröffnet wird.

1906 erscheint eine Arbeit von Ludolf Brauer (48), die die Periode der systematischen Anwendung des künstlichen Pneumothorax einleitet. Zum Beweis der therapeutischen Wirkung des Pneumothorax veröffentlicht er drei Röntgenbilder

einer Patientin. Ausführlich weist er auf die Vorteile hin, die die Röntgenuntersuchung bei der Anlage und Kontrolle des therapeutischen Pneumothorax bietet.

Aus seiner Arbeit geht auch hervor, daß zu Beginn der Röntgenära die Durchleuchtung der Plattenaufnahme häufig überlegen ist: "Dieselbe (eine Röntgenplatte) zeigte, ebenso wie die Durchleuchtung, die Lunge in starkem Kollaps, man erkannte deutlich, und zwar bei der Durchleuchtung beinahe noch besser als hier auf der Platte, zwei breite pleuritische Verwachsungsstränge." (48)

Erst die Verbesserung der Röntgentechnologie (Stromerzeuger, Röntgenröhren, Aufnahmematerial usw.) ermöglicht es durch die Thoraxübersichtsaufnahme im postero-anterioren Strahlengang die Röntgendiagnostik weiter auszubauen. Veränderungen im seitlichen Strahlengang und in den schrägen Durchmessern können erst nach weiteren Verbesserungen der Technik klare Aussagen bringen.

Die Thoraxübersichtsaufnahme und die Aufnahmen im seitlichen Strahlengang sind seitdem die dominierenden Untersuchungen bei der Thoraxdiagnostik. Es waren eine intensive Grundlagenforschung und viele röntgenanatomische Studien notwendig, um die bei der Durchleuchtung und auf der Lungenaufnahme sichtbaren Veränderungen hinsichtlich ihrer Ätiologie und ihres pathologischen Substrates zu klären und einzuordnen.

Zur Einordnung der auf strahlenphysikalischem Wege erzeugten optischen Phänomene in das klinische Gesamtbild und der genauen pathologisch-anatomischen Zuordnung sind neben der Thoraxaufnahme röntgenologische Ergänzungsverfahren entwickelt worden, die auch für die moderne Operationsindikationssicherung unersetzlich sind:

1. die Tomographie
2. die Bronchographie
3. die Angiographie
4. die Kymographie
5. das Pneumomediastinum

Auf dem langen Weg von den Anfängen der Röntgenära mit ihrer Röntgenoskopie und mit den bis heute gültigen Thorax-übersichtsaufnahmen, waren der Medizin jene Hilfsmittel in die Hand gegeben, die das Fundament der Thoraxchirurgie bilden. Die nun folgenden Einzelheiten über die Entwicklung der oben genannten Spezialverfahren in der Thoraxdiagnostik sollen den Erfolg auf die Entwicklung der Thoraxchirurgie zeigen und ihren Verdienst am Fortschritt beweisen.

DIE THORAXAUFNAHME

Die ersten Berichte über geglückte thoraxchirurgische Eingriffe - Pneumonektomien im Tierexperiment - stammen von Themistokles Gluck aus dem Jahre 1881 (134). Nach seinen erfolgreichen Versuchen am Tier ist er überzeugt, daß sich Eingriffe dieser Art auch am Menschen durchführen lassen müßten. Da aber in der Medizin jener Zeit noch sehr verschwommene und falsche Vorstellungen über die Physiologie der Atmung und über die intrathorakalen Verhältnisse beim lebenden Menschen bestehen, hatte es bisher kein Chirurg gewagt, diese gefährlichen Operationen durchzuführen.

Diese mangelnden physiologischen Kenntnisse bessern sich sehr bald nach Einführung der Thoraxröntgenuntersuchung. 1898, also schon drei Jahre nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen publiziert Murphy (266) eine Arbeit, die fünf Krankengeschichten über die Anwendung des künstlichen Pneumothorax enthält. In der Einleitung seines Artikels, den er ohne Kenntnis von Forlaninis (111) Arbeit veröffentlicht hat, setzt er sich mit den bisherigen Anschauungen über die intrathorakalen Verhältnisse beim Menschen auseinander. Anhand von eigenen Röntgenuntersuchungen gelingt es ihm die physiologischen Verhältnisse zu klären, und Fehler auszuräumen, die bisher auf Grund von Leichenuntersuchungen bestanden haben. Als Beispiel sei ein Absatz über die Zwerchfellbewegung zitiert: "The degree of the vaulting of the diaphragm into the cyst in life has been overestimated by anatomists from the examination made by them on the cadaver and frozen specimens; a study of my radiography, a few of which are here reproduced, will show that the diaphragm in forced expiration elevates to a level with lower margin of the fifth rib in the extreme and usually ohnly the sixth ib. In forced inspiration it is an inch to an inch and a half lower. It will be seen in radiograph No.1, which was taken in full inspiration, held for seventy seconds during the entire exposure, that the diaphragm

on the right side comes to a level with the middle of the seventh rib at its cartilaginous junction; on left side that is about three-eighths of an inch lower and passes to the margin of the ribs with a lesser vault." (226)

Im gleichen Jahr, 1898, wird in der "Deutschen Zeitschrift für Chirurgie" von Gerulanos eine Abhandlung über den damaligen Stand der Lungenchirurgie veröffentlicht, aus der eindeutig hervorgeht, welche Hoffnung in die Thoraxaufnahme bei der Diagnose- und Indikationsstellung zur Thoraktomie gesetzt wurde. "Es erübrigt uns noch, die Lungentumoren zu erwähnen. Dieselben sind in den verschiedensten Formen als Fibrome, Enchondrome, Sarkome, Carcinome usw. bekannt, verlieren jedoch deswegen an praktischer Bedeutung, weil erstens dieselben äußerst selten sind, dann weil die Feststellung der Diagnose, solange sie operabel sein könnte, geradezu unmöglich ist. Es ist auch in der That kein einziger Fall von primärem Lungentumor bis heute operativ behandelt ...

... Die Lungentumoren entziehen sich vor allem deswegen einer operativen Behandlung, weil ihre Diagnose fast unmöglich ist. Nicht anders verhält es sich mit den Brustwandtumoren, welche auf die Lunge übergegriffen haben. Bei allen denjenigen Fällen, bei denen Lungenteile mit entfernt werden mußten, stellte sich die Nothwendigkeit dazu erst im Verlauf der Operation als unangenehme Überraschung heraus.

Noch schlimmer verhält es sich mit der Stellung einer genauen Diagnose bei den entzündlichen Processen. Nicht nur die genaue Localisation der Eiteransammlung, sondern auch, was schwieriger ist, der Zustand der ganzen übrigen Lunge muß vor der Operation genau festgestellt werden, da bei einer diffusen Organerkrankung von einem localen Eingriff Abstand genommen werden muß.

Die physikalische Diagnostik leistet dabei nicht immer den erwünschten Beistand, weshalb man chirurgischerseits zu einer ganzen Anzahl anderer Hilfsmittel gegriffen hat, um eine möglichst genaue Diagnose vor oder während der Operation stellen zu können ...

... Einen besseren Erfolg mag in der Zukunft die Untersuchung mittels der Radiographie haben, wenn nicht für die Feststellung der Localisation des Herdes, so doch, was ausserordentlich wichtig ist, für die Beurteilung des Zustandes des ganzen übrigen Lungengewebes." (132)'

Hier tauchen Bestrebungen zur genauen Localisation des Krankheitsherdes auf, die im weiteren zur Entwicklung der Stereoskopie und Tomographie führen. Vorerst waren aber auch allein mit den Thoraxstandardaufnahmen erstaunliche Fortschritte möglich.

1901 berichtet Lothar Heidenhain über die erste Lobektomie eines linken unteren Lungenlappens wegen Brochiektasen. In der Wand einer bronchiektatischen Caverne hatte sich auch ein kleines Carcinom gefunden, so daß die Operation auch die erste gelungene Entfernung eines bronchogenen Carcinoms darstellt. Hier ist diese Arbeit deshalb interessant, da man an der Krankengeschichte des Falles deutlich die Unsicherheiten in der Diagnose und die Insuffizienz der physikalischen Untersuchungsmethoden ablesen kann. Heidenhain kann nicht klären, ob sich in dem infiltrierte Lungengewebe des Unterlappens Cavernen befinden oder nicht. Ebenso wenig kann er eine Metastasierung des gefundenen Carcinoms feststellen oder ausschließen. Nach der Abtragung des infiltrierte Lungengewebes eröffnen sich immer neue Cavernen in die Wundhöhle, so daß eine zweite Operation notwendig wird. Ohne Röntgenuntersuchung ist es für Heidenhain nicht möglich gewesen, den Befund in seiner ganzen Ausdehnung zu erkennen und zu einer gesicherten Diagnose zu gelangen. Nach anfänglichem Wohlbefinden verstirbt der Patient wenige Monate nach dem Eingriff.

Neben dem wissenschaftlichen Fortschritt, den die Röntgendiagnostik der Lungenchirurgie bringt, muß auch die Linderung der Leiden des Patienten gesehen werden, da die thoraxchirurgischen Eingriffe jener Zeit meist mit erheblichen Verstümmelungen und auch anderen Belastungen, wie offenhalten

der Operationswunde bei Empyemen usw., verbunden waren. Diese Eiterhöhlen sind lange offengehalten worden, da über ihre Anzahl, Größe und Lage keine sicheren Aussagen gemacht werden können. Erst nach Einführung der Lungenaufnahme kann der Therapieerfolg bei Lungengangrän und Empyem kontrolliert werden. (207)

Der Nachweis von Fremdkörpern und ihre ungefähre Lokalisation im Thorax war auch mit der einfachen Thoraxaufnahme möglich. Daß der Feststellung eines solchen Befundes auch der operative Eingriff angeschlossen wurde, beschreibt Gluck 1907 (136) am Fall eines Jungen, der eine Nadel aspiriert hatte und 1898 von ihm operiert worden ist: "Ein Röntgenbild ergab, das die Nadel quer vor dem 7. Halswirbelkörper im linken Bronchus steckte." (136) Nach der Operation, bei der Gluck durch das hintere Mediastinum eingegangen ist, konnte der Junge als geheilt entlassen werden.

Eine neue Operationsmethode zu deren Entwicklung die Röntgenuntersuchung Vorbedingung war, stellt die Pfeilerresektion dar, die 1911 von Max Wilms und Sauerbruch entwickelt worden ist. Da die vorher geübte totale Entknochung des Brustkorbes nach Friedrich (123) mit einer hohen Mortalitätsrate belastet war, schlägt Wilms zur Vermeidung der Operationsgefährdung die begrenzte paravertebrale Rippenresektion vor. Sauerbruch ist ähnlich vorgegangen, doch wurde sein Bericht erst später publiziert. Wilms findet bei seinem Casus auf dem Röntgenbild eine deutliche Kaverne im linken Oberlappen und reseziert paravertebral von der 1. bis 8. Rippe je ein 3 - 4 cm langes Stück. Auf einem Röntgenbild, das 14 Tage post operationem gemacht worden war, kann er den Erfolg seiner neuen Methode verifizieren. Über den Wert der Röntgendiagnostik als Vorbedingung für diesen Eingriff schreibt Wilms: "Um guten Erfolg zu haben, kommt es in erster Linie darauf an, daß man die geeigneten Fälle aussucht, resp. daß der Chirurg sich stützen kann auf das Urteil kompetenter Interner, welche die Form der Tuberkulose als eine chronisch

indurative auf Grund längerer Behandlung der Fälle und auf Grund des Verlaufes der ganzen Krankheit unter Heranziehung des Röntgenbildes fixiert haben." (391)

Morrison - Davies gelingt 1923 die Teillösung eines Problems, das die Chirurgie der Lunge immer wieder zu Mißerfolgen verurteilt hatte. Er beschreibt die erste individuelle Unterbindung der Hilusgebilde. In seiner Veröffentlichung berichtet er in fast überschwenglichem Ton über die neuen Möglichkeiten, die durch die Röntgenstrahlen erschlossen worden sind: "As a natural sequel of the possibilities of progress in treatment attention has been recalled to the necessities of early and precise diagnosis.

The advance in this direction has also been very considerable owing mainly to the great improvement in technique and in the interpretation of radiography, and to the realization of the immense value of the x-rays in furnishing definite and detailed evidence of intrathoracic conditions.

Such widely different diseases as mediastinal tumours, aneurysms, tubercle, streptotrichosis, syphilis, and tumours of the lung, may for long periods present the clinical picture of a bronchitis: deep seated lesions often give no signs, specially when there is emphysema; patients with syphilis or streptotrichosis have not infrequently been treated for weeks at sanatoria. Yet all these conditions are recognizable easily and early by means of radiography...

... It may be said emphatically that no diagnosis of any intrathoracic lesion can be complete until a radiological examination has been made." (95)

Die Begeisterung von Davies ist besser zu verstehen, wenn man sich die Lage vergegenwärtigt, in der sich ein Chirurg zu jener Zeit befunden hat. Meist sind nur chronische und hoffnungslose Fälle von Lungenerkrankungen der chirurgischen Behandlung zugeführt worden. Da sich in vielen Fällen schon sehr dicke Pleuraschwarten entwickelt hatten, konnte man mit

der Perkussion und Auskultation eine Lokalisation des Prozesses nicht mehr durchführen. Wo aber sollte der Chirurg die Lunge eröffnen, um z.B. einen Abszeß zu drainieren? Auch nach der Thoraktomie konnte durch die starke verdickte und indurierte Lunge der Process mit den Händen meist nicht getastet werden. Ebenso war die Narkosetechnik immer noch mit einer hohen Komplikationsrate behaftet, auch wenn Meltzer 1911 die Intubationsnarkose schon entwickelt hatte (259).

Zur Auffindung von Abszessen beschreibt Davies ein Verfahren, bei welchem die Lunge bei eröffnetem Brustkorb intraoperativ durch Einstechen und Aspirieren mit einer Nadel solange abgesucht wird, bis man Eiter findet. Es war dabei nie sicher ob man alle Herde gefunden hatte und oft war es überhaupt nicht möglich eine solche Eiterhöhle zu finden. Gefürchtet waren dabei die stärkeren Blutungen durch Verletzung eines größeren Gefäßes, die infolge der ungenügenden Nahttechnik meist nur tamponiert worden sind. War es nicht möglich die Kaverne, den Abszeß oder die bronchiektatische Einschmelzung zu finden, so ist die Wundhöhle längere Zeit offengehalten worden. Der Patient hat dann größere Dosen Morphinum erhalten um Hustenreflexe und Schmerzen zu dämpfen. Durch dieses Vorgehen hoffte man, daß der eitrig Process von irgendeiner Seite in die Wundhöhle einbrechen werde. Dieses Verfahren war nur möglich, wenn die Pleurablätter miteinander verklebt waren und wo das nicht der Fall war, mußte durch vorangehende Operationen eine solche Verwachsung erreicht werden, was meist mehrere Eingriffe über einen längeren Zeitraum erforderte. Da sich während dieser Zeit oft weitere sekundäre Kavernen bildeten, stand der Chirurg ohne die Möglichkeit einer Röntgenuntersuchung oft wieder am Anfang seiner Bemühungen: "Secondary cavities may be known to exist, and their position ascertained by radiology." (95), schreibt Davies 1924 über den Vorteil der Röntgenuntersuchung. Wie hoch die Mortalitätsraten zu dieser Zeit gelegen haben, zeigt eine Arbeit von Garré (125).

In seinem 1903 erschienenen "Grundriss der Lungenchirurgie" hat er alle bis dahin veröffentlichten Fälle von Pneumothomien gesammelt. Dabei liegt die Mortalitätsrate dieser 400 aufgeführten Fälle bei 25 Prozent.

In der zweiten Auflage, die 1912 unter dem Titel "Lungenchirurgie" (126) erschienen ist, hat er 182 weitere Fälle zusammengetragen, bei welchen die Mortalitätsrate jetzt nur noch 17,5 Prozent beträgt. Dieser sichtbare Fortschritt gründet sich zu einem wesentlichen Teil auf die Verbesserung der Diagnostik durch Röntgenaufnahmen. Als Beweis sei ein Satz von M. Davies aus dem Jahr 1923 zitiert: "This marked improvement in the results obtained by surgical interference in these acute suppurative conditions can undoubtedly be attributed to the increased facility for localization afforded by the progress of radiology, and to the diminution in the danger of opening the chest, in the absence of adequate adhesions, by the use of a differential-pressure apparatus." (95)

In der Behandlung der Lungentuberkulose war der therapeutische Pneumothorax für viele Jahre der am häufigsten ausgeführte und am weitesten verbreitete chirurgische Eingriff. Man war sich aber lange nicht darüber einig welches Gas - Stickstoff, Sauerstoff oder Kohlendioxid - insuffliert werden sollte, um die Lunge für einen möglichst langen Zeitraum kollabieren zu lassen. Auch in dieser Frage konnte mittels der Thoraxstandardaufnahme eine Entscheidung und damit ein entscheidender Fortschritt erzielt werden. 1898 fand Murphy (266) durch Röntgenuntersuchungen heraus, daß bei Einführung von Stickstoff in den Pleuraspalt nach 5 Wochen kaum eine Verringerung der Gasmenge und des Lungenkollapses festzustellen war. Auf diese Weise konnte der Zeitraum zwischen den Punktionen auf 2 bis 3 Monate ausgedehnt werden, ohne das therapeutische Ergebnis zu beeinträchtigen. Zur Kontrolle des Pneumothorax und des Lungenbefundes wurde die Röntgenaufnahme unentbehrlich. Die Wiederausdehnung der Lunge, die

Fibrosierung der abgeheilten Tuberkuloseherde, die Oberliteration von Kavernen und der Rückgang von Begleitpneumonien konnten nur durch Thoraxaufnahmen dokumentiert werden.

Obwohl es auch 1923 immer noch Gegner der Röntgendiagnostik gibt, hatte sie sich als Routineuntersuchung weitgehend durchgesetzt. Eine Röntgenaufnahme führt indirekt zu der oben bereits erwähnten ersten Lobektomie mit individueller Unterbindung der Hilusgebilde durch Davies in London. Ihm wurde ein 44jähriger Mann mit der Diagnose Bronchitis und Emphysem zur Freund'schen Operation überwiesen. Im klinischen Bild hatten sich keine Anzeichen für einen Tumor ergeben, bei der routinemäßigen Thoraxaufnahme findet sich jedoch ein großer Tumor im rechten Unterlappen. Erst eine Woche später können im nun blutigen Sputum Carcinomzellen nachgewiesen werden. Da eine präoperative Röntgenuntersuchung die intrathorakalen Verhältnisse genau geklärt hatte, muß Davies nur den Unterlappen resektieren und kann mit der verbesserten Versorgung des Hilusstumpfes eine wichtige Operationsmethode in die Lungenchirurgie einführen. Über den Anteil des Röntgenbildes an seinem Erfolg schreibt er: "Since in the earlier stages of some forms of pulmonary neoplasm, the growth can be entirely removed by operation, the paramount necessity of radiography in all cases with symptoms indicative or suggestive of a pulmonary lesion must once more be emphasized.

The author's case is a good instance of the value of this method of examination." (95)

Wenige Jahre später gelingt es Harold Brunn die Operationsmortalität weiter zu senken. Seine Veröffentlichung: "Surgical Principles Underlying One-Stage-Lebectomy" (55), die 1929 erscheint, stellt einen Wendepunkt in der operativen Lobektomietechnik dar. Er beschreibt die entscheidende Bedeutung der postoperativen, geschlossenen Drainage des Pleuraraumes: "I believe that the progress of the patient

depends on how thoroughly the chest cavity is kept free from air and fluid for the next five or seven days." (55)

Den Erfolg seines Vorgehens und den Nachweis, daß die postoperative Saugdrainage des Pleuraraumes die Ursache für die stark verringerte Mortalität ist, erbringt Brunn durch seine postoperativen Röntgenkontrollen der Lunge: "In two or three days, an x-ray picture is taken to see whether or not the upper and middle lobes have expanded. If the operation has been successful, the lobes will be found expanded and already attached to the visceral pleura by some adhesions, but I usually feel from five to seven days are required for them to become fixed in that position." (55)

Ohne Röntgenbild und ohne Möglichkeit der Dokumentation und des Vergleichs gegenüber früheren, ähnlichen Fällen wäre es wohl kaum möglich gewesen, seinem Verfahren eine schnelle Verbreitung zu sichern und dessen Erfolge so sicher darzustellen und zu beweisen. Brunn stellt in dieser Arbeit 6 Fälle vor, die er auf diese Weise behandelt hat. Aus diesen Fallbeschreibungen ist zu entnehmen, daß nicht nur der postoperativen Röntgenuntersuchung eine wichtige Rolle zugekommen ist, sondern daß diese auch für die Operationsindikation eine ausschlaggebende Bedeutung hatte. Selbst bei jenem Fall in dem Brunn durch das Röntgenbild keine sichere Diagnose erhält, kann er doch auf Grund der Röntgenaufnahme eine gesicherte Indikation zur Probethorakotomie stellen. Mit fortschreitender Verbesserung der Operationstechnik, der Senkung der Operationsmortalität und dem früheren Einsetzen einer chirurgischen Therapie bei Lungenerkrankungen wurde die Thoraxstandardaufnahme zu einer unabdingbaren Voraussetzung jeder Probethoraktomie und eine ganz selbstverständliche Routineuntersuchung für thoraxchirurgische Eingriffe.

Die Abklärung der Operationsindikation und der Operabilität des diagnostizierten Befundes erreicht etwa um 1920 bis 1930 eine besondere Bedeutung, als die Lungentuberkulose nicht mehr allein im Vordergrund steht, sondern die Fälle von Bronchialkarzinomen zunehmen. Vor einem Eingriff zur

Exstirpation eines Carcinoms muß bekannt sein, ob bereits Metastasen in der Lunge, den regionalen Lymphknoten oder anderen Organen vorliegen und ob die Ausdehnung des Befundes einen Eingriff zuläßt. In dieser Zeit ist viel über das Bronchialcarcinom geschrieben worden, aber es gibt kaum Berichte über seine chirurgische Behandlung. Unter diesen Voraussetzungen veröffentlicht Churchill (75) 1932 eine Arbeit über zwei durchgeführte Lobektomien bei Bronchialcarcinomen. In zwei Fällen kann der geplante Eingriff nicht ausgeführt werden, da erst der intraoperative Situs die Inoperabilität zeigt. Bei seinem vierten Eingriff kann Churchill aber die technischen Grundlagen schaffen, die zu jener individuellen Unterbindung der Hilusgebilde bei der Lobektomie führen, wie sie auch heute noch Gültigkeit haben. Für Churchill stehen die Vorteile der Röntgendiagnostik trotz mancher Einschränkung außer Zweifel: "Until further evidence is at hand the final decision as to the possibility of removing the growth in certain cases can be determined only by surgical exploration of the chest. However, x-ray evidence may definitely show the futility of operation in advanced cases by indicating distant metastases, mediastinal involvement, bronchiogenic metastases in the contralateral lung or in other lobes of the same lung, extensive involvement of the chest wall or diaphragm, or a widening of the angle formed by the two primary bronchi due to involvement of the hilum nodes." (75)

Es waren jedoch gerade die von Churchill beschriebenen Fehldiagnosen, die die Entwicklung der Röntgenuntersuchungsverfahren vorangetrieben haben. Die erweiterten thoraxchirurgischen Operationsmöglichkeiten erfordern eine bessere und genauere präoperative Diagnostik, die ein möglichst genaues Bild über die klinischen und anatomischen Gegebenheiten im Thorax gibt. Es werden Verfahren wie die Tomographie entwickelt, mit deren Hilfe die Tumorgroße und -art genauer zu bestimmen ist und es wird die Entwicklung der Bronchographie vorangetrieben, deren sich Churchill (75)

schon unter Verwendung von Lipoidol bedient hatte. Je freier der Thoraxchirurg in seinen technischen Möglichkeiten bei der Operation geworden ist, desto genauer und sicherer mußten die Informationen werden, die ihm der Röntgenologe vor dem Eingriff gab. Es ist dadurch ein wesentlicher Anteil der Verantwortung für Diagnose, Indikation, Verfahren und Operabilität des Befundes in die Hände des Röntgenologen übergegangen.

Es war aber nicht nur die präoperative Diagnostik von großer Wichtigkeit, sondern auch die postoperative Verlaufsbeobachtung. Diese nahm einen noch größeren Stellenwert ein als heute, denn es war lange Jahre nicht möglich gewesen, einen größeren, durchtrennten Bronchus sicher zu verschließen. Besondere Schwierigkeiten traten dabei nach Pneumonektomien auf. Das ganze Operationsergebnis ist häufig wieder zu nichte gemacht worden, wenn es auf Grund einer Nahtinsuffizienz zu einem nicht beherrschbaren Empyem mit letalem Ausgang kam. Es war daher wichtig, diese Komplikationen durch wiederholte Thoraxaufnahmen frühzeitig erkennen und behandeln zu können. Den entscheidenden Schritt zur Lösung dieses Problems macht 1933 Rienhoff (296), dem es zum ersten Mal gelingt eine Pneumonektomie ohne nachfolgende Bronchialfistel durchzuführen. Er kann durch Pleurapunktionen und Röntgenaufnahmen des Thorax nachweisen, daß die nach seiner Methode versorgten Bronchialstümpfe dicht sind: "The second patient, operated upon November 3rd, has also had an uneventful convalescence with per primam healing throughout. The successive roentgenograms of her chest since operation show that her heart has been displaced toward the left even at early post-operative date of just over four weeks. Her right lung has already almost completely filled her entire chest, as occurred in the first case." (296)

Auf diese geschilderte Art und Weise nahm die Bedeutung der Thoraxaufnahme ständig zu, sie schloß das Handeln des

Chirurgen in sich ein, indem sie dem Patienten prä- und postoperativ gleichermaßen diente. Die Radiologie entwickelte sich weiter, da die diagnostischen Ansprüche stiegen, und die technischen Fortschritte neue röntgenologische Entwicklungen ermöglichten.

DIE TOMOGRAPHIE

Die Möglichkeiten der Röntgendiagnostik sind durch die Entwicklung der Schichtaufnahmetechnik wesentlich erweitert worden. Die Tomographie versucht den Summationseffekt des normalen Röntgenbildes zu vermeiden und durch Bewegungsunschärfe unwichtiger Objektschichten die gewünschte Objektiefe klarer als die benachbarten Schichten darzustellen. In den zwanziger und dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts beginnt sich die Thoraxchirurgie so stark zu entfalten und zu differenzieren, daß Untersuchung und Operationsindikationsstellung mit Hilfe der Durchleuchtung und der Übersichtsaufnahme den Anforderungen nicht mehr voll genügen.

Dies wird verständlich, wenn man bedenkt, daß auf einer normalen Lungenaufnahme ein erheblicher Teil des Lungengewebes durch Rippenschatten verdeckt wird und deshalb eine klare Erfassung dieser Lungenpartien außerordentlich schwierig ist. Besonders die Spitzenfelder, die häufig der Sitz kleinerer Lungencavernen sind, erweisen sich als besonders unübersichtlich. Es setzt deshalb schon bald die Suche nach Möglichkeiten ein, die der besseren Darstellung von Veränderungen in der Tiefe dienen. Einen ersten Versuch in dieser Richtung stellt die Stereoskopie dar. (18)

1913 berichtet A. Mayer über die erste Anwendung des extrapleurale Pneumothorax (252). In seiner Arbeit macht er die Indikationsstellung zu dieser neuen Operationsmethode weitgehend von stereoskopischen Röntgenuntersuchungen abhängig: "Wenn es gelingt, den Sitz einer Kaverne genau zu lokalisieren und ihre zentrale Lage festzustellen, was durch leiseste Perkussion und vor allem durch stereoskopische Röntgenbilder in verschiedenen Richtungen möglich ist, empfiehlt es sich, nur eine partielle extrapleurale Pneumolyse an der Stelle der Kaverne vorzunehmen ..." (252). Trotz aller Erfolge hatte dieses Verfahren wesentliche Nachteile. Die Lokalisation von pathologischen Veränderungen ist im stereoskopischen Bild äußerst schwierig und durch Überlagerungen

in den stereoskopischen Teilbildern selbst lassen sich bestimmte Einzelheiten überhaupt nicht erkennen. Außerdem können von Natur aus nicht alle Menschen stereoskopisch sehen.

Es werden deshalb andere Möglichkeiten zur Bildverbesserung angestrebt, wie die Variation der Strahlenhärte oder die Verwendung von verschiedenen Tubusarten und Blenden. Die Grenzen dieser Hilfsmittel sind dort erreicht, wo Überlagerungsschatten eine weitere Bildauflösung nicht mehr zulassen.

Den Gedanken die störenden Überlagerungsschatten durch Verwischen derselben zu eliminieren hatte als erster K.Mayer, ein Krakauer Röntgenologe, im Jahre 1916 (253). Zur besseren Darstellung des Herzens bewegt er die Röntgenröhre während der Aufnahme parallel zum Patienten, wodurch eine relative Verwischung der plattenfernen Objektpunkte erzielt wird, während der dem Film näher liegende Objektteil klarer hervortritt. Auf diese Weise gelingt es ihm den Schatten der Wirbelsäule zu verwischen und dadurch Konturveränderungen des Herzens besser zu erfassen. Die Anwendbarkeit dieses Verfahrens beschränkt sich auf oberflächlich liegende Objektteile, aber sie zeigt doch erstmalig, auf welche Weise es möglich sein könnte störende Summationsschatten zu eliminieren.

Um zur Darstellung wirklicher Körperschichten auf dem Röntgenbild zu gelangen, mußten andere Wege beschritten werden. Der Grundgedanke des Schichtverfahrens wird erstmals von André Edmond Marie Bocage in einer französischen Patentschrift aus dem Jahre 1921 veröffentlicht (33). Bocage stellt in seiner Arbeit die vier Grundforderungen für die Bewegung von Röhre und Film auf:

1. Die Bewegung muß synchron (toujours synchron)
2. parallel (paralléle)
3. einander entgegengesetzt (des sens opposés)
4. in konstantem Größenverhältnis zueinander (dans un rapport de grandeur constant) sein.

Daß bei feststehender Röhre auch Film und Objekt bewegt werden können, zeigt 1934 Bozzetti (45) in seiner Arbeit. Auf Grund dieser allgemeinen Voraussetzungen ist eine Vielzahl von Bewegungen für die drei Systemkomponenten Röhre - Objekt - Film möglich. Diese Variationsmöglichkeiten erklären die sehr große Anzahl der angegebenen Apparate, sowie der Behelfs- und Zusatzgeräte. Die verschiedenen Verfahren zur Aufnahme von Körperschichten können in drei große Gruppen eingeteilt werden:

1. Verfahren mit eindimensionaler Verwischung
2. Verfahren mit mehrdimensionaler Verwischung und
3. Verfahren zur Darstellung transversaler Körperschichten.

Da in der folgenden Darstellung über die Entwicklung der Tomographie wegen der großen Anzahl verschiedener Techniken nur auf einen Teil dieser eingegangen werden kann, ist eine Tabelle eingefügt, die in chronologischer Reihenfolge die einzelnen Verfahren aufführt.

Name des Autors	Titel der Arbeit	Jahr der Veröffentlichung	Literaturangabe
Bocage	Prodédé et dispositifs de radiographie sur plaque en mouvement	1922	33
Pohl	Verfahren und Vorrichtung zur röntgenographischen Wiedergabe eines Körperschnittes unter Ausschluß der davor oder dahinter liegenden Teile	1932	306
Kieffer	X-Ray devise and method of technique	1934	214
Vallebona	Una modalità di tecnica per la dissociazione radiografica delle ombre, applicata allo studio del cranio	1930	396
Pohl	Vorrichtung zur röntgenographischen Wiedergabe und Schirmbeobachtung eines Körperabschnittes unter Ausschluß der davor oder dahinter liegenden Teile	1932	288
Ziedses des Plantes	Eine neue Methode zur Differenzierung in der Röntgenographie	1932	396
Bartelink	Röntgenschnitte	1931	21
Bozetti	Realizzazione della stratigrafia secondo il concetto Vallebona, Ziedses des Plantes	1934	45
Chaoul und Grossmann	Verfahren und Einrichtung zur röntgenographischen Darstellung einer planparallelen Körperschicht	1935	71
Grossmann	Tomographie I und II	1935	146
Both	Ein vereinfachter Tomograph	1936	42
Janker	Anwendungsmöglichkeiten und Ergebnisse des Röntgenschnittverfahrens	1936	189
Vieten	Verfahren zum röntgenographischen Darstellen eines Körperschnittes	1936	375
Ponthus und Malvoisin	Grundlagen einer "Schnitt-durchleuchtung" des Körpers	1937	285

Name des Autors	Titel der Arbeit	Jahr der Veröffent- lichung	Literatur- angabe
Siemens (L.Raab)	Gerät zum Herstellen von Körperschichtbildern mittels Röntgenstrahlen	1937	334
Watson	X-Ray apparatus	1937	383
Gaillard	Apareillage pour stéréographies et tomographies pulmonaires	1937	124
Cottenot	Thoracic Seriescopy	1938	91
Kieffer	The Laminagraph and its Variations	1938	197
Taillard	Schichtaufnahmen mit einem Behelfsgerät	1939	361
Watson	Differential Radiography I	1939	381
Janker	Schirmbildtomographie	1942	190
Olsson	Eine neue Methode zur Radio- graphie oberflächlicher Schichten	1942	276
Dimitrow	Schirmbildschichtphotographie	1942	97
D'Alreu	Tomografia horizontal do Thorax	1944	13
Amisano	La stratigrafia assiale trasversa	1947	6
Frain und Lacroix	Courbe - enveloppe et coupes horizontales	1947	371
Vallebona	Prime ricerche su di un nuovo metodo radiografico. Stratigrafia assiale con radiazioni perpendicolari all'asse	1947	370
Gebauer und Wachsmann	Geometrische Betrachtungen und technische Fragen zur Herstellung transversaler (horizontaler) Körperschicht- aufnahmen	1949	131
Wedekind und Kemper	Ein neues Röntgenschicht- gerät	1949	384 385
Janker	Ein Universalschicht- aufnahmegerät	1950	191
Vallebona	Axial transverse laminagraph	1950	367
Hammer	Über die theoretischen Grund- lagen der Tomographie	1952	150

In der bereits erwähnten Patentschrift von Bocage beschreibt dieser, als Ergebnis seiner bereits 1917 begonnenen Arbeit, drei synchrone Bewegungsabläufe von Röhre und Film zur Erzeugung von Körperschichtaufnahmen:

1. "Un mouvement transversal quelconque dans un plan."
2. "Un mouvement transversal et circulaire dans un plan."
3. "Un mouvement quelconque sur une sphère."

Mit seiner Arbeit hat Bocage die theoretischen Probleme gelöst, jedoch hat die technische Durchführung seiner Erfindung noch lange Zeit große Schwierigkeiten bereitet. Erst als die französische Firma Massiot die Geräte Biotome und Phototome nach seinen Angaben baut, kann Bocage 1937 erste Schichtbilder demonstrieren.

1927 meldet Ernst Pohl ein Patent zur röntgenologischen Körperschichtdarstellung an und benutzt dafür eine gekoppelte Kreis-Pendel-Bewegung von Röhre und Kassette (287). Im Jahre 1930 meldet Pohl ein weiteres Patent an, in dem er die Schirmbildbeobachtung einer Körperschicht beschreibt (288). Dieses Verfahren, das bisher kaum eine Anwendung gefunden hat, könnte in Verbindung mit einer elektronischen Bildverstärkette eventuell an Bedeutung gewinnen (30).

In den USA wird Kieffer (199) 1929 ein Patent für seine "X-Ray-Focusing Machine" erteilt, die nach der Methode von Bocage arbeitet. Dieser Apparat findet unter dem Namen "Laminagraph" in den angloamerikanischen Ländern eine weite Verbreitung.

Der Italiener Vallebona gibt 1930 ein Verfahren an, das er "Stratigraphie" (372) nennt. Acht Jahre später veröffentlicht er ein Buch (368), in welchem erstmals Schichtaufnahmen der Lunge gezeigt werden. Vallebona ist damit der Begründer der Röntgenschichttechnik in der Lungendiagnostik.

Vor der niederländischen Vereinigung für Röntgenclogie demonstrieren am gleichen Tag - 22.11.1931 - die beiden Holländer Ziedses des Plantes (396) und D.L.Bartelink (22) je ein Schichtgerät. Ziedses des Plantes gelingt es als erstem geometrisch einwandfreie Schichtaufnahmen herzustellen. Wegen der langen Belichtungszeiten (ca. 15 - 20 sec.) können diese Geräte in der Lungendiagnostik nicht eingesetzt werden.

In Deutschland wird das Röntgenschichtverfahren 1934 von Chaoul und Grossmann eingeführt. In einer Patentschrift (70) beschreiben sie einen Apparat, den sie "Tomograph" nennen. Diese Bezeichnung hat sich in Deutschland sehr schnell eingebürgert, so daß man heute nur noch von "tomographieren" spricht, wenn die Herstellung eines Röntgenschichtbildes gemeint ist. Gebaut wird das Gerät damals von der Firma Sanitas in Berlin unter der Bezeichnung "Neo-Tomograph".

Es ist das Verdienst von Chaoul erstmals einen Weg zur Erzeugung von verschieden dicker Schichten im Tomogramm angegeben (70) und die Schichtuntersuchung zu einem wesentlichen Bestandteil der Lungendiagnostik ausgebaut zu haben. 1935 erscheinen drei Arbeiten (71, 72, 73) aus seiner Feder, die sich ausschließlich mit der Anwendung des neuen Verfahrens in der Lungendiagnostik beschäftigen. Sie tragen viel zur schnellen Verbreitung der neuen Untersuchungsmethode bei. Sie wird in der Lungenchirurgie und hier besonders bei der operativen Behandlung der Tuberkulose bald unentbehrlich. Jetzt können mit dem Schichtverfahren in der Lungenperipherie sitzende Herde in ihrer Lage und Qualität besser erkannt werden, die räumliche Anordnung der Lungenherde ist feststellbar und - von besonderer Wichtigkeit - Verschattungsbezirke und darin enthaltene pathologische Veränderungen können abgeklärt werden.

Trotz intensiver Beschäftigung mit den Tomographie in diesen Jahren, können nicht alle technischen Neuerungen an den Apparaten in ihrer klinischen Aussagefähigkeit überprüft

werden. Röntgenologie und Technik hatten eine große Anzahl von verschiedenen Schichtgeräten und Zusatzgeräten entwickelt, die entweder mit der eindimensionalen oder der mehrdimensionalen Verwischung arbeiteten. Wegen der unkomplizierteren und weniger störanfälligen Technik sowie wegen der vermeintlichen besseren Darstellung der Lungenstrukturen ist in der Praxis meist die lineare Verwischung angewendet worden, wie sie z.B. beim Tomographen von Grossmann vorhanden war. Die Tatsache, daß die mehrdimensionale Verwischung wie sie im Planigraphen verwendet worden ist, die eigentliche anatomische Schicht klarer darstellt, kann zu dieser Zeit nicht erkannt und bewiesen werden, da 1935 die Thoraxchirurgie mit ihrer Operationstechnik der Röntgenologie hinterherhinkt. Bloedner (30) berichtet über seine Erfahrungen: "Tatsächlich ergaben diese mit dem Planigraphen gemachten Bilder bessere Schichtaufnahmen als mit der nur linearen Verwischung der anderen Geräte. Und zwar wurden durch das Abweichen des Röhren- und Kassettenablaufes "von der Linie" auch alle die linearen Strukturen etwas verwischt und damit undeutlicher, die nicht in der tatsächlichen Schichtebene lagen. Man hat dieser Tatsache damals - und der Verfasser hat selbst mit dem Planigraphen gearbeitet - wohl vor allem deswegen keine große Bedeutung beigemessen, weil die Thorax- und Lungenchirurgie zu der damaligen Zeit noch in recht kleinen Kinderschuhen steckte."

Bis 1950 wird überwiegend die lineare Verwischung in der Lungenchirurgie angewendet. Erst als 1950 Tobb (364) nach Angaben von Sans und Porcher das "Polytome" konstruiert, das dann von der französischen Firma Massiot gebaut wird, ist eine praktikable technische Lösung für die mehrdimensionale Verwischung gefunden. Die Lösung der technischen Probleme führt auch zu einer Anwendung des Verfahrens in der Thoraxdiagnostik (30).

Mit den bis dahin entwickelten Verfahren hatten nur Schichtaufnahmen parallel zur Körperlängsachse gemacht werden können. Um aber auch die genaue Ausdehnung und Lage eines Tumors,

des Herzens oder das Ausmaß eines spezifischen Prozesses genau beurteilen zu können, sind Anstrengungen unternommen worden transversale Querschichten des Körpers darzustellen. 1936 beschreibt Vieten (375) ein Verfahren mit eindimensionaler Verwischung, das es durch eine geeignete Kassettenanordnung gestattet in mehreren Aufnahmephasen Körperquerschichtaufnahmen zu machen.

Die erste Darstellung von Transversalschichten nach einem neuen Prinzip meldet der Engländer W. Watson 1937 zum Patent an (383). 1942 werden dann von Watson vor der Schottischen Röntgengesellschaft erstmals brauchbare Thoraxquerschichtaufnahmen demonstriert (382).

In Deutschland geben Gebauer und Wachsmann (131), ohne Kenntnis der Vorarbeiten, 1948 ein Verfahren an, bei dem ebenfalls Objekt und Film um 360° gedreht werden. Unter dem Namen "Transversalplanigraph" wird das Gerät in Deutschland gebaut. In einer 1955 erschienenen Monographie von Gebauer und Schanen (130) wird die klinische Anwendung dieses Verfahrens gezeigt, wobei besonders bei der Tuberkulose gute Ergebnisse erzielt werden.

Aus der kurzen Darstellung der Entwicklung der Schichtaufnahme ist zu ersehen, daß es zu den Röntgenverfahren mit der größten Anzahl von technischen Modifikationen gehört. In seiner etwa 50jährigen Geschichte ist eine Flut von neuen Apparaten, Zusatzgeräten und röntgen-physikalischen Arbeiten veröffentlicht worden.

Am Anfang der Entwicklung gewinnt die Schichtuntersuchung für die röntgenologische Qualitätsdiagnostik sehr schnell an Beliebtheit und wird durch die Überbewertung ihrer Aussagefähigkeit zu einer oft indikationslos angewandten Einzelmethode. Viele Untersucher waren der Ansicht, daß das Tomogramm mehr Einzelheiten bringt als die Thoraxübersichtsaufnahme, daß dies aber nicht der Fall sein kann, geht eindeutig aus den röntgenphysikalischen Gesetzen hervor, die der Methode zugrunde liegen. Griesbach schreibt dazu:

"Wenn beispielsweise aus dem Umstand, daß eine Schichtaufnahme einen bestimmten Lungenbefund aufdeckt, der auf einer Summationsaufnahme in gleicher Strahlenrichtung mit (weicher) Standardtechnik nicht zu sehen ist, gefolgert wird, daß das Schichtbild mehr bringt als die Summationsaufnahme, so ist das ein weitverbreiteter Irrtum. Tatsache ist, daß auf einer Schichtaufnahme grundsätzlich weniger Einzelheiten zur Darstellung kommen als auf einer Summationsaufnahme. Gerade in diesem Umstand liegt der spezielle Vorteil der Schichtmethode" (142).

Nachdem man Erfahrungen mit dem Schichtverfahren gesammelt hatte, war klar geworden, daß die Tomographie nur als röntgenologische Ergänzungsmethode anzusehen ist, hier aber besonders für die Thoraxchirurgie hervorragendes leistet. Auf Grund der vielfältigen technischen Entwicklungen sind Zusatzgeräte weitverbreitet, wodurch die Früherkennung tuberkulöser und maligner Prozesse im Lungenbereich nicht nur auf einige wenige Spezialinstitute beschränkt geblieben ist.

Während bei Einführung der Tomographie die Röntgenologie der Thoraxchirurgie vorauselte, sind die Verhältnisse in späteren Jahren genau umgekehrt. Zu Beginn der vierziger Jahre besteht schon eine Operationstechnik, die operative Eingriffe an der Lunge viel häufiger zuläßt. Durch Einführung der Intubationsnarkose kann in Verbindung mit den verbesserten Operationsverfahren eine erhebliche Herabsetzung der primären Operationsmortalität erreicht werden (394). Neue Möglichkeiten in der Therapie führen zu einem starken Anwachsen der röntgenologischen Lungendiagnostik. Mit dem Frequenzanstieg der systematischen röntgenologischen Thoraxkontrolle rücken auch Krankheitsbefunde in das Blickfeld des Klinikers, die früher nur dem Pathologen bekannt waren. Als Beispiel seien die Lungenrundherde genannt, die nun scheinbar zunehmen (243, 289, 305). Es werden jetzt häufiger pathologische Lungenbefunde beschrieben, da man in der Lage ist sie mit Erfolg zu operieren und aus ihrer Differential-

diagnose therapeutische Konsequenzen zu ziehen. Der Chirurg fordert also vom Röntgenologen eine genaue präoperative Abklärung des Befundes, wodurch eine Weiterentwicklung röntgenologischer Untersuchungsmethoden nötig wird. Besondere Bedeutung haben dabei

1. Lage und Ausdehnung des Befundes
2. Beziehungen zur Umgebung und zu den benachbarten Organen und
3. die röntgenologische Differentialdiagnose des erkannten Krankheitsherde.

Um diese Forderungen zu erfüllen, hat die Thoraxübersichtsaufnahme bei weitem nicht ausgereicht. Hier bietet die Schichtuntersuchung wesentliche Vorteile.

Zu Beginn der Thoraxchirurgie hatten nur wenige eindeutige Fälle operiert werden können. Jetzt aber, mit der wesentlich bereicherten Diagnostik, können die Indikationen zur Operation abgegrenzt werden und durch die leichtere präoperative Festlegung des chirurgischen Vorgehens auch eine größere Verbreitung finden. Für den Patienten ist die differentialdiagnostische Abklärung, vor allem wenn es um die Frage der Bösartigkeit der Lungeninfiltrationen geht, oft lebensrettend. Ist es auch hier nicht die Tomographie allein, die entscheidende Aussagen zuläßt, so bringt sie doch bei der Beurteilung der Hili, aber auch bei der des Lungenmantels erhebliche Fortschritte. Die Tiefenlokalisation eines Herdes, Aufdeckung von Hohlraumbildungen, Strangverwachsungen, Nachweis von Restkavernen und vor allem Kennzeichnung eines pathologischen Befundes bei veränderter Topographie nach operativen Eingriffen sind die Domänen der Schichtuntersuchung. Auch für die Entscheidung, ob eine Probethoraktomie durchgeführt wird oder nicht ist in vielen Fällen ein Tomogramm das ausschlaggebende Kriterium (293).

Nach W. Rübe (303) ergibt die Röntgenuntersuchung bei Lungenrundherden in 50 - 60 % eine richtige Diagnose und bildet somit einen Schwerpunkt der klinischen Differential-

diagnose. Für die Erfolgsbeurteilung einer frühzeitigen Diagnose und einer baldigen operativen Behandlung nennt Rübe folgende Zahlen: "Im Krankengut unseres Klinikums konnte - bei einer Resektionsrate von 20 - 25 % sämtlicher diagnostizierter Bronchialkarzinome - bei 100 Kranken nur 5 - 6 mal eine Fünfjahresheilung erreicht werden (Linder). Demgegenüber waren von 100 als Lungenrundherd operierten Karzinomen nach 3 Jahren noch 34 % und nach 5 Jahren noch 26,6 % am Leben." (303) Über ähnlich gute Ergebnisse berichten u.a. auch E.D.Churchill (80) und J.W.Vance (373). Aus diesen Zahlen folgt, daß die Röntgendiagnostik einen erheblichen Einfluß auf die Prognose eines Krankheitsbildes ausüben kann, auch wenn die endgültige Klärung der Diagnose nur durch die histologische Untersuchung möglich ist.

Jedoch nicht allein durch eine verbesserte Frühdiagnostik ist eine Senkung der Mortalität ermöglicht worden, sondern durch intensive röntgenanatomische Studien ist es auch gelungen den Grundstein für eine neue Operationstechnik zu legen. Die Lappen- und Segmentresektion ist durch eine bessere Kenntnis der Lungenanatomie ermöglicht worden. Wesentliche Teile dieser Erkenntnisse, besonders über das Lungengefäßsystem und seine Topographie, sind erst auf Grund der Tomographie gewonnen worden.

Die ersten chirurgisch bedeutsamen Untersuchungen stammen von Herrnheiser und Kubat aus dem Jahr 1936 (172, 174). Nach ihnen haben Th.Homykiewytsch und H.St.Stender an einer grossen Patientenzahl mit Schichtaufnahmen das Lungengefäßsystem und seine Topographie analysiert und für die Chirurgie bedeutsame Befunde gewonnen. Weitere eingehende Untersuchungen stammen von F.Kováts und Z.Zseböck (210) sowie von C.Esser (102, 101), die ausführlich über die Anordnung des Bronchial- und Gefäßsystems im Tomogramm berichten. Die Anwendung dieser Ergebnisse für die Chirurgie finden sich u.a. in der Monographie "Die Lungenresektionen" (394) von Zenker, Heberer und Löhr. Durch diese Untersuchungen ist die Feststellung krankhafter Veränderungen und deren genaue Lokalisation

möglich geworden. Diese Aussagen sind für die Lungenresektion von besonderer Wichtigkeit, da nur solche Segmente resezierbar sind, deren Bronchial- und Gefäßausbreitungsgebiete übereinstimmen, wenn man von gewissen Ausnahmen absieht (394).

Aus dem oben Gesagten ergibt sich, daß die anatomisch-röntgenologischen Grundlagen für die Segmentresektion weitgehend mit den Mitteln der Schichtuntersuchung gewonnen wurden, auch wenn diese Untersuchungen zum Teil erst nach den ersten Segmentresektionen - von Churchill und Belsey 1939 (78) und Overholt 1947 (281) - veröffentlicht worden sind. Die Tatsache, daß das Segment die anatomische Lungeneinheit darstellt und nicht der Lungenlappen war schon seit einigen Jahrzehnten bekannt gewesen, in das klinische Bewußtsein des Chirurgen ist diese Tatsache aber erst durch Röntgenuntersuchungen gerückt worden.¹⁾ Diese Kenntnisse und die daraus erwachsenen operativen Möglichkeiten der Segmentresektion haben eine erhebliche Senkung der primären Operationsmortalität bewirkt. Auch bei der wichtigen Frage der Erhaltung von Atemfläche, die besonders bei der zu beobachtenden Zunahme des Emphysems und der damit verbundenen Frage der Operabilität eine entscheidende Rolle spielt, ist dadurch ein großer Fortschritt erzielt worden.

1) Es sei noch auf die Arbeit der Otolaryngologen Rudolph Kramer und Amiel Glass: "Bronchoscopy Localization of Lung Abscess" hingewiesen, welche die erste klinische Arbeit darstellt, die die Topographie der Lungensegmente und ihre pathologische Bedeutung aufzeigt (212).

DIE BRONCHOGRAPHIE

Die Bronchographie erlaubt es dem Röntgenologen Aussagen über Form, Größe und Lage von pathologischen Prozessen, über Obliterationen und Kompressionen innerhalb und in bestimmten Fällen auch außerhalb des Bronchialsystems zu machen.

1906 werden von Springer (337) an Hunden die ersten Versuche durchgeführt, um das Tracheobronchialsystem durch Kontrastmittel darzustellen. Ein Jahrzehnt später - 1917 - berichtet der Amerikaner Yankauer (399) über die diagnostische Anwendung von Jodöl zur Darstellung von Bronchiektasen beim Menschen. Die gute Absorptionsfähigkeit der Halogene war schon 1896 entdeckt worden. Jackson (245) veröffentlicht 1918 eine Methode, bei der durch das Bronchoskop Wismutpulver als Kontrastmittel eingeblasen wird. Einen weiteren Schritt in der Entwicklung stellt die Arbeit von Lynah und Stewart (245) aus dem Jahr 1921 dar, die mit einer Wismutsuspension in Öl einen Lungenabszeß röntgenologisch darstellen können. Eine weitere Verbreitung findet die neue Untersuchungsmethode erst nach 1922, nachdem die Veröffentlichungen von Forestier, Leroux und Sicard (110, 333) erschienen waren. Auf Grund dieser Arbeiten sind die Jodöle als Kontrastmittel für die Bronchographie allgemein eingeführt worden. Seit dieser Zeit waren die Jodöle vor allem als "Lipiodol" und "Jodipin" über 25 Jahre lang in klinischem Gebrauch. In diesen Jahren sind die klinischen Grundlagen der bronchographischen Diagnostik erarbeitet worden, und ihre Ergebnisse können mit den neuen wasserlöslichen Kontrastmitteln, die den Jodölen in vielem überlegen sind, nur noch in einigen Punkten verbessert werden (360).

Im Verlauf dieser Jahre erscheinen in rasch zunehmender Anzahl immer häufiger Arbeiten über die erheblichen Nebenwirkungen der Jodöle. Am Anfang der Entwicklung wird die Bronchographie sehr selten angewendet, da aus dem diagnostischen Wissen keine therapeutischen Konsequenzen gezogen

werden können. Diese Situation ändert sich mit dem Ausbau und den Fortschritten der Thoraxchirurgie. Die Bronchographie findet häufig Anwendung und die Nebenwirkungen der Jodöle machen sich mit der steigenden Frequenz ihrer Anwendung deutlich bemerkbar: Jodöle mischen sich nicht mit dem Bronchialsekret und bilden infolge großer Oberflächen- bzw. Grenzflächenspannung Tropfen. Diese geben leicht zu Fehldeutungen Anlaß. Enge Lumina bei Stenosen oder Bronchusfisteln werden oft nicht passiert. Außerdem fließen Jodöle infolge ihrer zu geringen Viskosität schnell in die Lungenperipherie ab und es kommt vorzeitig zu einer sogenannten Alveolarfüllung. Ein weiterer Nachteil ist die toxische Wirkung auf den Organismus, die sich in Jodüberempfindlichkeitsreaktionen wie Jodschnupfen, Exanthenen und thyreotoxischen Symptomen äußert. Der Hauptnachteil der Jodöle besteht in der schlechten Resorbierbarkeit und der mangelhaften Ausscheidung des Mittels aus den Lungenbezirken, die nicht frei ventiliert werden, oder die primär bereits eine Parenchymschädigung aufweisen. Es kommt zu Exazerbationen, entzündlicher Prozesse wie z.B. bei Tbc und Pneumonien sowie zur Atelektasenbildung, Einschränkung der Atemfläche und Störung der Lungenventilation. Jodölreste sind oft noch nach Monaten, ja sogar nach Jahren nachzuweisen. Sie erschweren jede Kontrolluntersuchung und bedeuten für die nachfolgende Operation eine (zusätzliche) Gefahrenquelle. Außerdem verursachen zurückgebliebene Jodölreste einen chronischen lokalen Reiz, der zu Jodgranulomen mit ausgedehnter Lungenfibrose und nachfolgender Schrumpfung des befallenen Lappens führt.

Diese zum Teil gefährlichen Nachteile der Jodöle haben zur Suche nach wasserlöslichen Kontrastmitteln geführt. 1931 machen Lenarduzzi und Olper (224) die ersten Versuche mit wasserlöslichen Kontrastmitteln. Es gelingt jedoch erst 1948 Morales und Heiwinkel (265) ein brauchbares Kontrastmittel zu finden. Durch Zusatz von carboxylierter Cellulose setzen sie die Viskosität von Umbradil so herauf, daß ein schnelles Abfließen in die Lungenperipherie weitgehend vermieden wird.

Eine weitere Verbesserung stellt das 1950 von Fischer (107) entwickelte Joduron B dar. In Deutschland wird das Per-Abrodil BR entwickelt, das sich nach klinischen Untersuchungen von Vieten (354) als ein allen Anforderungen der Bronchographie genügendes Kontrastmittel erweist. In der Zwischenzeit sind noch mehrere wasserlösliche Kontrastmittel entwickelt worden, wie z.B. das Bronchoselectan, die als kontrastgebende Substanz ebenfalls organische Jodverbindungen enthalten. Entscheidend für die Anwendbarkeit sind die Werte für Strahlenabsorption, Viskosität, Benetzungs- und Haftfähigkeit sowie gute Verträglichkeit und schnelle Eliminierung aus dem Körper.

Mit der Einführung der wasserlöslichen Kontrastmittel taucht jedoch ein neues Problem für die Bronchographie auf. Bei der Verwendung der neuen Kontrastmittel müssen nicht nur wie bisher Rachen, Kehlkopf und Trachea anaesthetisiert werden, sondern es müssen wegen der starken Schleimhautreizung alle Bronchialabschnitte, die dargestellt werden sollen, in die Anaesthetie miteinbezogen werden. Durch die Unkenntnis der dabei auftretenden Nebenwirkungen ist es zu häufigen Anaesthesiezwischenfällen gekommen, die oft einen letalen Ausgang nahmen (354). Neben einer Überdosierung der Lokalanästhetika hat hierzu sicher auch eine Überdosierung von Adrenalin beigetragen, das man im falschen Glauben auf Anaesthetika-einsparung zugesetzt hatte (297). In der Zeit von 1950 bis 1953 stellt die Schleimhautanaesthetie bei der Bronchographie ein so großes Problem dar, daß die Methode häufig abgelehnt wird. 1953 gelingt es Fischer (106) dieses Problem weitgehend zu lösen.

Ebenfalls eine wichtige Rolle für die breitere Anwendung der Bronchographie hat die Weiterentwicklung der Kontrastmittelapplikationsmethoden gespielt. Nach den ersten Arbeiten, die oben bereits geschildert worden sind, macht Bellucci (25) 1934 den Versuch einer "indirekten Bronchographie". Sein Ziel ist eine Darstellung der Bronchien durch intravenöse Injektion

einer Jodlösung, aber er kommt nicht zu Ergebnissen, die beim Menschen anwendbar sind.

Eine heute verlassene Methode ist die Punktion der Membrana cricothyreoidea. Sie wurde besonders von Brückner (53) und Cohen (85) propagiert. Wegen der mit ihr verbundenen Gefahren, wie Knorpelnekrosen u.a., ist das Verfahren heute verlassen worden (376).

Weitere Verfahren waren die "Verschluckmethode" und die endonasale Instillation des Kontrastmittels, bei welchen das Kontrastmittel durch die Aspiration in die Abschnitte unterhalb der Carina gelangt. Da der weitere Weg der Substanz hierbei nur durch Lagerung des Patienten in etwa beeinflußt werden kann, hat man auch diese Applikationsart heute weitgehend verlassen.

Die heute gebräuchliche Methode ist die gezielte Bronchographie mit einem Katheter, bei welcher selektiv bestimmte Abschnitte des Bronchialbaumes dargestellt werden können. Zuverlässig gelingt dies das erste Mal 1937, als Strnad und Beutel (347) ihre lenkbare Sonde entwickelten. Hierbei ist an der Spitze eines halbstarren Gummikatheters mittels eines weichen Zwischenstückes eine kleine Metallolive befestigt. Von der Olive läuft durch das Innere der Sonde ein Seidenfaden bis zum aboralen Ende. Nach Einführen bis zur Bifurkation kann man nun durch Zug am Seidenfaden der Katheterspitze verschiedene Krümmungen geben und sich dann bis in den gewünschten Lappenbronchus vortasten. 1938 berichten Strnad (344) und 1941 Krohn und Baer (217), daß damit die gesteuerte Bronchographie erstmals ermöglicht worden ist. 1947 entwickelt Métras (260) seine halbstarren Katheter, die entsprechend dem Verlauf der Bronchusäste über verschiedenartige Krümmungen ihrer Spitzen verfügen. Die Katheterspitze selbst ist strahlenundurchlässig, sodaß ihre Lage selbst in dicht infiltrierte Lungengewebe genau verfolgt werden kann. Der Katheter kann in jeden Segmentbronchus eingeführt werden, wodurch eine gezielte Darstellung des betreffenden Abschnittes angefertigt werden kann. 1952 machen Gaul und Frommhold (35) den Vorschlag, eine halbstarre Spiralfeder in den

Métras-Katheter einzuführen, um die Katheterspitze beliebig steuern zu können. 1952 entwickeln Nordenström (274) und Maassen (246) einen Doppelblockkatheter, mit dem es gelingt, die Bronchien des Oberlappens und die des Mittel- und Unterlappens getrennt voneinander und unter passivem Druck mit Kontrastmittel aufzufüllen. Diese neue Möglichkeit der Kontrastmittelapplikation unter Ausschaltung der gesunden Lungenlappen und die Möglichkeit der Füllung unter passivem Druck bedeutet für die thoraxchirurgische Diagnostik einen großen Fortschritt, denn eine Feindiagnostik verdächtiger Lungenabschnitte vor einem chirurgischen Eingriff ist nur bei einer selektiven Darstellung der verdächtigen Bronchialabschnitte möglich. Außerdem kann hierdurch ein Verschleppen infektiösen Materials in noch nicht befallene Lungen- und Bronchialbaumteile weitgehend verhindert werden.

Weitere Anhänger hat die Bronchographie gewonnen, als 1951 Frommhold (116) und 1952 Irmer und Liebschner (182) die Endotrachealnarkose bei der Untersuchung eingeführt haben. Seit diesem Zeitpunkt wird die Bronchographie von vielen Kliniken in das Diagnoseverfahren miteinbezogen. Der Eingriff ist dadurch risikoärmer und für den Patienten weniger belastend geworden. Durch die Ruhigstellung des Thorax werden Veratmungs- oder Bewegungsunschärfen vermeidbar, so daß sich auch die diagnostische Ausbeute erhöht. Nachteile wie atemphysiologische Bewegungen des Bronchialsystems und atonische Weitstellung der basalen Bronchien in Narkose sind durch technische Verbesserungen bei der Intubation weitgehend ausgeglichen worden. Durch Verwendung des Carlens-Tubus läßt sich eine Spontanatmung simulieren und durch Blähung der Lunge können die sogenannten röntgenologischen "Pseudobronchiektasen" der basalen Bronchien zum Verschwinden gebracht werden (105).

Ergebnisse der Bronchographie, die der Thoraxchirurgie nicht unmittelbar zu Gute gekommen sind, aber doch wichtige Grundlagen geschaffen haben für Eingriffe an Patienten mit

eingeschränkter Lungenfunktion sind die Erkenntnisse über Atemfunktionsstörungen und Funktionsausfälle bei Stützgerüst- und Parenchymerkrankungen der Lunge (34). Ein großer Teil des Wissens über die normale und pathologische Physiologie der Lunge wurde noch zur Zeit der öligen Kontrastmittel gewonnen. Mit der Bronchographie konnte die verschiedenartige Ventilation der Lungenlappen und die Belüftung innerhalb der einzelnen Lappen dokumentiert werden. Es wurde nachgewiesen, daß die Dehnbarkeit des Lungengewebes bei entzündlichen Erkrankungen, wie Tuberkulose, Empyem oder Lungenabszeß, vermindert ist. Chirurgisch bedeutsam waren auch Arbeiten über die Bewegungen des Bronchialbaumes, die sich bei pathologischen Prozessen nachweisbar ändern. Nicht weniger wichtig waren Arbeiten über die Physiologie des Hustens und die pathologischen Veränderungen beim Asthma bronchiale. Arbeiten von Stutz aus den Jahren 1948 bis 1953 zeigen die wesentlichen Ergebnisse, die mit Hilfe der Bronchographie auf diesem Gebiet gewonnen worden sind (355, 357).

Der direkte präoperative Einsatz der Bronchographie beginnt vereinzelt schon sehr bald nach Erstellung der Methode und zieht sich wie ein roter Faden durch viele entscheidende Arbeiten der modernen Lungenchirurgie. Eine der ersten ist 1929 die Arbeit von Harold Brunn (55), in der die entscheidende Bedeutung der postoperativen geschlossenen Drainage des Pleuraraumes gezeigt wird. Aus der Kasuistik ist zu ersehen, daß neben der Thoraxübersichtsaufnahme auch die Bronchographie eine entscheidende Bedeutung für die Diagnose und Operationsindikation hat: "On August 29, iodized oil was injected into the trachea and x-ray pictures taken. Large bronchiectatic cavities were seen in the lower lobe of the left lung behind the heart." Durch eine klare präoperative Diagnostik und der Darstellung der Topographie gelingt es schrittweise die großen Probleme der Thoraxchirurgie zu lösen.

Als es 1931 Nissen gelingt, zum ersten Mal eine Pneumonektomie erfolgreich durchzuführen, ist es die Bronchographie, die am Erfolg einen entscheidenden Anteil hat: "Das Jodipin floß in das hochgradig erweiterte Bronchialsystem ein. Die Diagnose Bronchiektas^e der ganzen linken Lunge war damit gesichert." und "Bei der Ausdehnung und Größe der Höhlen war von vornherein der Erfolg einengender Operationsverfahren (Thorakoplastik, Plombe) als sehr zweifelhaft anzusehen." (269)

Auf Grund des Wissens, das ihm die Kontrastdarstellung der Bronchien vermittelt und des schlechten Allgemeinbefindens der Patientin entschließt sich Nissen zur Totalexstirpation der linken Lunge und leitet damit eine neue Ära der Thoraxchirurgie ein. Ebenso erfolgreich ist die Bronchographie bei der ersten Pneumonektomie wegen eines Bronchialcarcinoms. Diese wird 1932 von Graham (140) durchgeführt, nachdem er mittels Bronchographie einen im linken Oberlappen vermuteten Tumor nachweisen kann. Auch Churchill, der 1932 neue Wege beim Problem der Bronchusstumpfversorgung geht und damit die Resektion von Bronchialcarcinomen möglich macht, beschreibt in seiner Arbeit (80) die erfolgreiche Anwendung der Bronchographie. Eine Carcinomresektion ist in früheren Jahren wenig aussichtsreich gewesen, da nach der vorher geübten Toumiquetmethode, wie schon erwähnt, ein großer Gewebestumpf am Hilus verblieb und eine radikale Excision nicht möglich war. Die postoperativen Verhältnisse am Bronchialstumpf, besonders seine Länge, Form und Rückwirkung auf den oberen Hauptbronchus waren für den Chirurgen besonders wissenswert, da die Nahtinsuffizienz eine häufige und schwerwiegende postoperative Komplikation darstellte. Mit Hilfe der Bronchographie konnte diese Frage sowie auch die genaue Lage einer Bronchusstumpffistel und die Größe einer eventuell bestehenden Resthöhle sicher geklärt werden. Mit der postoperativen Bronchographie sind daher wesentliche Erkenntnisse zur Bronchusstumpfversorgung, zur veränderten Lungenanatomie und zur Pathophysiologie des Bronchusstumpfes gewonnen worden (340).

Der Wert der bronchographischen Untersuchungsmethode hat sich aber nicht nur bei der Lobektomie und Pneumonektomie herausgestellt, sondern auch für die Segmentresektion Bedeutung erlangt. Churchill und Belsey, die 1938 die erste Segmentresektion durchgeführt haben schreiben dazu: "An accurate appraisal of the extent and distribution of bronchiectatic areas requires precision in the technic and interpretation of lipiodol bronchography and insistence upon complete visualization of not only the main bronchi but of every secondary and tertiary branch bronchus as far as its finer ramifications. Such detailed study is essential in nearly every case if a practical working basis is to be established for eradication of the disease by surgical methods." (78) An Hand vieler Bronchogramme untermauern sie ihre Aussage und ermöglichen der Thoraxchirurgie durch die neue Operationsmethode einen weiteren großen Schritt nach vorne.

Eine ähnliche Aussage macht auch Overholt, der 1947 die heute übliche Technik der Segmentresektion begründet (280). In seiner Arbeit berichtet er, daß die verstärkte Anwendung der Bronchographie gezeigt habe, daß die Bronchiektasen vorwiegend die Lungensegmente betreffen und nur selten über einen ganzen Lappen ausgebreitet sind (280). Die Röntgenkontrastdarstellung der Bronchien ist also für die Entwicklung der Lungenchirurgie keineswegs nur eine zusätzliche Untersuchungsmethode sondern bereitet auch den Weg für den Einsatz neuer operativer Verfahren, indem sie grundlegende Kenntnisse über verschiedene Krankheitsbilder vermittelt und eine sehr gute Kontrolle über die Ergebnisse operativer Eingriffe ermöglicht. Es gibt auch heute noch kein diagnostisches Verfahren, das eine gleich gute morphologische und insbesondere auch topographische Beurteilung des zentralen oder peripheren Bronchialbaumes ermöglicht wie die Bronchographie.

1949 berichtet Esser (103), daß Bronchiektasen, die in atelektatischen Lungenlappen liegen, mit der normalen Röntgendiagnostik nicht erkannt werden können, da es durch ein

kompensatorisches Emphysem der übrigen Lungen zu einer Überdeckung der bronchiektatischen Erweiterungen kommt. Über ein ähnliches Ergebnis hatte 10 Jahre vor ihm Saupe (364) berichtet, der auf Grund seiner Untersuchungen nachweist, daß die Lungenübersichtsaufnahme bei Bronchiektasen in 10 - 15 % bei Erwachsenen und in 50 % bei Kindern keinen Befund liefert. Als unmittelbar für das operative Vorgehen wichtigen Untersuchungsbefund weisen Churchill und Belsey (78) darauf hin, daß bei Bronchiektasen des linken Unterlappens in 80 % ihrer Fälle die Lingula mitbetroffen war. Overholt und Langer (280) berichten in 60 % ihres Patientengutes über Bronchiektasen in der Lingula. In beiden Arbeiten klären die Autoren die Ausdehnung der Bronchiektasen, die für eine erfolgreiche Resektion von größter Bedeutung ist, präoperativ mit Hilfe der Bronchographie ab. Gleichfalls mittels Bronchographie ist herausgefunden worden, daß das große apikale Segment des Unterlappens oft frei von Bronchiektasen ist, und deshalb im Interesse einer ausreichenden Lungenfunktion erhalten werden kann (360).

Auf dem Gebiet der Lungenabszesse gelingt es durch bronchographische Untersuchungen nachzuweisen, daß die bisherigen Behandlungsmethoden insuffizient waren (341, 340). Bis zum 2. Weltkrieg hatte sich die Thoraxchirurgie gescheut bei Lungenabscessen eine Lob- oder Pneumonektomie durchzuführen, da bei den in Frage kommenden moribunden Patienten die Mortalitätsrate sehr hoch gelegen war. Da aber die angefertigten Bronchogramme gezeigt haben, daß die bisher geübten Therapiemethoden erfolglos waren, und jetzt eine verbesserte Operationstechnik zur Verfügung steht, entschließen sich immer mehr Operateure zu dem aussichtsreicheren radikalchirurgischen Vorgehen. 1948 schreibt Stiller zu dieser Entwicklung: "Nach den bronchographischen Befunden wird auch bei chronischen Lungenabscessen der Beweis erbracht, daß nur eine Lobektomie und Pneumonektomie - letztere bei gleichzeitiger Stenose des Hauptbronchus - Heilung versprechen können, während drainierenden und einengenden operativen Maßnahmen der Erfolg auf die

Dauer versagt bleiben muß." (341) Nach Angaben von Churchill (340) gelingt es durch dieses Vorgehen die Mortalität bei bronchographisch nachgewiesenen Lungenabsceßresthöhlen von 28,5 % auf 7,1 % herabzudrücken.

Große Schwierigkeiten macht die röntgenologische Differentialdiagnose der Lungentumoren. Von allen Lungenblastomen entfallen über 90 % auf das Bronchialcarcinom (360), dessen Frühdiagnose und Differentialdiagnose nur durch Einsatz aller klinischen Mittel erreicht werden kann. Die Bronchographie stellt hierzu ein wesentliches Hilfsmittel dar, wenn es um den Nachweis einer Bronchusstenose geht (360, 340, 34). Bronchographisch können Lokalisation, Form und Ausdehnung einer Stenose am besten geklärt werden, jedoch können keine absolut sicheren Aussagen über die Genese der Stenose gemacht werden (360). Ebenso wie beim zentralen Bronchuscarcinom sind auch beim peripheren Bronchuscarcinom keine typischen Veränderungen im Bronchogramm nachzuweisen, die eine eindeutige Diagnose erlauben würden (360). Dennoch wird die Bronchographie von vielen Thoraxchirurgen wie Churchill (76), Frey (122), Overholt (281) und Singer (335) als eine besonders wertvolle Methode zur Erkennung von Bronchialcarcinomen empfohlen. Einer der ersten Berichte über die Anwendung der Bronchographie bei Bronchialcarcinomen stammt von Lipschitz (232) aus dem Jahr 1929. In den Jahren von 1922 bis 1925 waren von 17 seziierten Bronchialcarcinomen nur 4 richtig diagnostiziert worden, während 1928 nach Einführung der Bronchographie nur noch 18,7 % fehlgedeutet wurden. Lipschitz fordert deshalb, daß bei Carcinomverdacht eine Bronchographie durchgeführt wird. Zur Zeit der Anwendung öligler Kontrastmittel ist eine frühzeitige Operation nach der Bronchographie aber nicht möglich, da wegen der langen Resorptionsdauer der Kontrastmittel erst einige Wochen bis zum Eingriff abgewartet werden müssen.

Nachdem es 1926 Lenk, Haslinger und Presser (225) zum ersten Mal gelungen ist mit der Bronchographie eine Bronchusstenose nachzuweisen, glauben sie durch die Lokalisation und

die Form des Befundes auf seine Ätiologie schließen zu können. Jedoch schon 1927 weisen Bunell und Trail (136) auf die Schwierigkeiten bei der bronchographischen Abklärung intra-bronchialer Prozesse hin. Mit der zunehmenden Erfahrung bei der Deutung von Bronchogrammen mehren sich die Stimmen, die vor einer Überbewertung des bronchographischen Befundes bei differentialdiagnostischen Überlegungen warnen (393, 147, 326, 108). Um das Jahr 1950 glaubt man, daß eine Operationsindikation dann aus dem bronchographischen Befund abgeleitet werden kann, wenn sich eine Bronchusstenose zeigt. Wegen der immer zu erwartenden sekundären Veränderungen (Bronchiektasen, Lubenabsceß) halten die meisten Autoren dieser Zeit (57, 77, 99, 340) zumindest eine Probethorakotomie - unabhängig von der Stenoseursache - für indiziert.

Heute hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, daß die wichtige Frage der Operabilität des Bronchialcarcinoms durch die Bronchographie allein nicht geklärt werden kann (340, 360), und so ist sie an vielen Kliniken als Untersuchungsmethode in den Hintergrund getreten. Der Tomographie und Bronchoskopie wird vielfach der Vorzug gegeben. Daß die Bronchographie jedoch auch heute noch Entscheidendes für die Thoraxchirurgie zu leisten vermag, sollen einige Zahlen aus einer Arbeit von Anacker (7) bestätigen: "Diejenige Untersuchung, die den im Bronchus sitzenden Tumor am zuverlässigsten erfaßt, am anschaulichsten darstellt und differentialdiagnostisch am sichersten unterscheidet, ist die Bronchographie. Beim Karzinom in der Lungenwurzel ergibt sie in 82 % eine sichere Diagnose, in 16 % eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose. Beim Karzinom im Lungenmantel erfolgt mit ihrer Hilfe eine differentialdiagnostische Abgrenzung gegen einen entzündlichen Prozeß in 92 % der Fälle. Mit anderen Autoren halten wir daher die Bronchographie für die wichtigste Untersuchung zur Feststellung und Differenzierung eines Bronchialkarzinoms."

DIE LUNGENANGIOGRAPHIE

Viele Jahrhunderte lang war der Blutkreislauf und seine Bedeutung in der Medizin unbekannt. Erst in der Mitte des 16. Jahrhunderts wird sein Bestehen erfaßt. 1553 findet M. Serveto (330) die anatomischen Verhältnisse des kleinen Kreislaufs und 1569 entdeckt Caesalpines den großen Kreislauf. 1628 erscheint ein Werk von Harvey (152), in dem er die grundsätzlichen Erkenntnisse über den Blutkreislauf veröffentlicht. Die ersten Kenntnisse über die Blutkapillaren stammen von Malpighi, der sie 1661 an der Lunge und am Mesenterium von Fröschen erforscht hatte.

Die ersten Versuche mit neuzeitlichen Methoden die Physiologie des Herzens und der großen Gefäße zu erforschen kommen aus der französischen Experimentalphysiologie um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. 1855 entnimmt Bernard (26) Hunden mit einem Gefäßkatheter Blut, um den Leber- und Zuckerstoffwechsel zu untersuchen. Ausgehend von der V. jugularis ext. führt er eine Metallhohlsonde bis zum rechten Herzen vor. Nach seinem Vorbild führen 1861 Chauveau und Marey (74) von den Halsgefäßen aus Manometerkapseln in das linke und rechte Herz ein.

1910 machen Franck und Alwens bei Tierexperimenten die ersten Versuche das rechte Herz und die Art. pulmonalis durch Kontrastmittel röntgenologisch darzustellen. Nach Punktion der V. femoralis oder nach direkter Punktion des rechten Herzens injizieren sie Hunden und Kaninchen eine Wismut-Ölmischung. Unter dem Durchleuchtungsschirm beobachten sie den Fluß des Kontrastmittels durch das rechte Herz bis in die Art. pulmonalis.

In Italien sondiert 1928 Montanari das rechte Herz bei Versuchstieren und an menschlichen Leichen (264).

In Deutschland veröffentlicht 1929 Werner Forssmann (112, 113, 114) seine Untersuchungen, für die er 1956 den Nobelpreis für Medizin erhalten hat. Zunächst experimentiert Forssmann an der Leiche, um das rechte Herz zu sondieren (112). Von einer Vene in der Ellenbeuge schiebt er einen Katheter bis in der rechte Herzkammer vor und kontrolliert seine Lage bei der anschließenden Leichenöffnung. Nachdem die Sondierung des rechten Herzens an der Leiche ohne Schwierigkeiten möglich gewesen ist, unternimmt er seinen ersten Selbstversuch: "Ich machte in örtlicher Betäubung eine Venaesectio in meiner linken Ellenbeuge und führte den Ureterenkatheter widerstandslos in seiner ganzen Länge, 65 cm, ein. Die Lage des Katheters überprüfte ich im Röntgenbild, und zwar beobachtete ich das Vorschieben des Katheters selbst in einem von einer Schwester vor den Durchleuchtungsschirm gehaltenen Spiegel. Auch den in unserer Anstalt ziemlich weiten weg vom Operationssaal zur Röntgenabteilung, auf dem ich auch Treppensteigen mußte, mit im Herzen liegender Sonde zu Fuß zurückzulegen, war nicht mit Unannehmlichkeiten verknüpft." (112)

Ein Jahr später berichtet Forssmann (113) über die ersten Versuche zur Kontrastdarstellung der Lungengefäße. Über einen Ureterenkatheter, den er bis in den rechten Vorhof vorgeschoben hatte, injiziert er 20 ml einer 40 %igen Uroselectanlösung. Da die Technik des Röntgengerätes nicht ausreicht, kann er keine verwertbaren Bilder erzielen, kann aber doch die prinzipielle Durchführbarkeit der Methode beweisen. Dies war der erste Versuch einer Angiokardiographie am lebenden Menschen. Im gleichen Jahr gelingt Forssmann (114) als erstem die Kontrastdarstellung der Herzhöhlen und der Lungengefäße mit dem gesamten kleinen Kreislauf am Hund und am Kaninchen. Mit der Gottheimer'schen Schirmbildkinematographie kann er den kleinen Kreislauf beim lebenden Hund darstellen. Es ist Forssmann selbst, der damals schon die Möglichkeiten dieser Untersuchungsmethode zur exakten Diagnosestellung bei Herzfehlern erkennt. Daß dieses Untersuchungsverfahren damals strikt abgelehnt worden ist, führt Forssmann auf das Fehlen

der technischen Voraussetzungen, aber auch auf eine falsch verstandene Ethik jener Zeit zurück (35). Die praktische Bedeutung dieser Untersuchung für die Chirurgie wird 1945 durch die bahnbrechende Arbeit von Blalock und Tausig (29) über die Schaffung eines künstlichen Ductus arteriosus unbestreitbar erwiesen.

Ebenfalls 1931 treten Moniz, De Carvalho und Lima (262, 263, 66) mit etwas besseren Röntgenbildern von der Kontrastdarstellung der menschlichen Lunge an die Öffentlichkeit. 1930 beginnen sie ihre Versuche an Kaninchen. Sie punktieren den rechten Ventrikel und erreichen mit einer 80%igen Natriumjodid-Lösung eine Darstellung des Lungenkreislaufes. Wegen der großen Toxizität dieser hochkonzentrierten Natriumjodidlösungen können sie diese aber nicht beim Menschen einsetzen und außerdem wagen sie nicht größere Mengen davon zu injizieren, da die Gefahr des Jodismus besteht. Wegen der starken Verdünnung des Kontrastmittels im menschlichen Kreislauf, gelangen sie bei niedrigen Kontrastmittelkonzentrationen zu keinen verwertbaren Bildern. Auch der Versuch einen Ureterenkatheter von V. jugularis ext. aus in den rechten Vorhof zu schieben scheitert, da dieser zu steif ist und deshalb nicht weit genug vorgeschoben werden kann. Erst nach dem Studium der Arbeit von Forssmann (112) erhalten sie nach seiner Methode ihre ersten verwertbaren Angiopneumogramme. Nach seiner Methode war es möglich das Kontrastmittel unverdünnt bis in den rechten Vorhof zu bringen (67).

Auf Grund ihrer Bilder können sie zur Klärung der damals heftig umstrittenen Frage beitragen, welche anatomischen Strukturen dem Hilusschatten zu Grunde liegen. Sie geben 1933 die ersten Hinweise auf die klinische Verwendbarkeit des Angiogramms und teilen erste Untersuchungsergebnisse bei künstlichem Pneumothorax, Lungentuberkulose und peripheren Lungenverschattungen mit (67).

1933 gelingt es Conte und Costa (88) die Art. pulmonalis darzustellen, und 1936 fertigen Ameuille und Mitarbeiter (5)

in Frankreich die ersten Lungenangiogramme an. Sie verwenden die Technik von Forssmann und beschäftigen sich besonders mit der Lungentuberkulose. Sie beschreiben aber auch die Lungengefäße beim Absceß, bei Pleurschwarten und erkennen vor allem als erste, daß die Verminderung der Lungenarterien mit der Schwere der Parenchymveränderungen in gewissem Ausmaß korreliert.

In dieser Zeit, 1936, werden auch zwei wichtige Arbeiten über die röntgenologische und topographische Anatomie der Lungengefäße veröffentlicht. Kubat (219) und Herrnheiser (172, 174) klären die Topographie der Segmentarterien und der intersegmentalen Venen. Es ist die erste übersichtliche Gliederung der Segmentgefäßtopographie, die im Röntgenbild und präoperativ für den chirurgischen Eingriff eine genaue Lokalisation des Befundes ermöglicht. Eine weitere Differenzierung erfährt die Lungenanatomie 1949/50 durch den amerikanischen Anatomen Boyden, der sehr exakte Untersuchungen über die verschiedenen Gefäßvariationen veröffentlicht (47, 46). Diese anatomisch-röntgenologischen Studien bilden eine wichtige Voraussetzung für die Ausgestaltung der chirurgischen Lungenresektionstechnik. Ihren Niederschlag finden sie 1954 in der Monographie von Zenker, Heberer und Löhr "Die Lungenresektionen" (394).

In Amerika wird 1937 von Robb und Steinberg die i. v. Angiokardiographie eingeführt. Schon 1938 können sie über 238 Untersuchungen berichten (298). Sie beschreiben die verschiedenen pathologischen Veränderungen der Lungengefäße bei Tumoren, Lungencysten, Lungeneiterungen sowie bei Bronchialcarcinomen und grenzen die diagnostische Aussagefähigkeit der Methode für lungenchirurgische Operationen ab. Hierbei weisen sie darauf hin, daß die differentialdiagnostischen Aussagen des Lungenangiogramms eng begrenzt sind (299, 339, 300, 301).

In diesen Jahren macht auch die Technik der Lungenchirurgie große Fortschritte. Sie gelangt von der Pneumonektomie

zur Segmentresektion. Diese wird, wie schon beschrieben, erstmals 1939 von Churchill und Belsey (76) durchgeführt. In gleichem Maße wird auch die Lungenfunktionsdiagnostik von der Untersuchung eines ganzen Lungenflügels zur Analyse eines einzelnen Segmentes vorangetrieben (298). Die methodischen Grundlagen der Lungenfunktionsdiagnostik werden vor allem von Knipping in Deutschland entwickelt (204, 205, 206). Seine Untersuchungen ermöglichen eine präoperative Beurteilung der Ventilation ohne jedoch eine Aussage über die Zirkulation in einzelnen Lungenabschnitten zuzulassen.

Mit dem Ziel die Lungengefäße zu erforschen, beginnt 1934 auch Löffler - unter Sauerbruch in Berlin - seine Tierexperimente zur Angiopneumographie (239). Sein Ziel ist es Gefäßanomalien, Fremdkörper, Lungentumoren und Metastasen zu erkennen und diagnostische Aussagen darüber zu machen. Er beschreibt bei chronischen Entzündungen eine Verringerung der Lungenarterien, besonders bei tuberkulösen Prozessen. In der Umgebung von Lungencarcinomen beobachtet er eine starke Gefäßverminderung mit unregelmäßigen Gefäßwandkonturen, bei Lungenmetastasen dagegen Verdrängung von Lungengefäßen. Weiterhin zeigt er, daß mit der Angiopneumographie eine Differenzierung zwischen intra- und extrapulmonalen Tumoren möglich ist (239, 240, 241). Auf Grund dieser Aussagen von Löffler und später von Keil und Schissel (1950) (196), Sauvage und Hatt (1952) (223), Santy, Papillon und Sourinia (1953) (313) hatte man geglaubt mit der Angiographie die Differentialdiagnose des Lungencarcinoms und der Lungenmetastasen vorantreiben zu können, und damit eines der größten Probleme der Lungenchirurgie zu lösen. Wie aber Untersuchungen von Schoenmackers und Vieten (1953) (325), Bolt, Forssmann und Rink (1957) (35), Stiller (342) und von Löhr, Grill, Scholtze und Schölmerich (1964) (242) gezeigt haben, ist eine sichere Differentialdiagnose mit der Lungenangiographie nicht möglich.

Voraussetzung für die funktionsdiagnostische Lungenangiographie war die Weiterentwicklung der Röntgenkinematographie.

1926 beginnt Janker mit der Leuchtschirmphotographie um teure Röntgenfilme zu sparen. 1936 können mit seiner Weiterentwicklung der Röntgenkinematographie (187) bereits schnelle Serienaufnahmen der Lunge auf das Format 24 x 36 mm aufgenommen werden. Nach diesem Verfahren und seinen Weiterentwicklungen, wie der Leuchtschirmserienangiographie im Mittelformat, gelingt es die verschiedenen Füllungsphasen des Angiogramms festzuhalten und für die operative Diagnostik auszuwerten. 1954 veröffentlicht Janker eine Monographie (188), in der die Ergebnisse der Röntgenkinematographie bei der Funktionsdiagnostik dargestellt sind.

In Schweden wird 1954 von Nordenström (273) eine Arbeit veröffentlicht, in der die Verwendung des Doppellumenkatheters nach Dotter-Lukas beschrieben wird. Durch Aufblasen eines Ballons wird ein Hauptast der Art. pulmonalis blockiert und durch Kontrastmittelinjektion distal der Blockade können die Gefäße einer Lunge dargestellt werden. Nordenström führt nach dieser Methode Untersuchungen bei Tuberkulose, Bronchialcarcinom und arteriovenösen Aneurysmen durch. Hansen führt mit dieser Methode präoperative, funktionsdiagnostische Untersuchungen durch (151), die über die voraussichtliche Funktionslage der Lunge nach Resektion Aufschluß geben sollen. Der künstliche Verschuß einer Lungenarterie soll die Spätfolgen des Eingriffes simulieren.

Ein wesentlicher Schritt nach vorne gelingt erst durch die Einführung der selektiven Lungenangiographie. In den Jahren nach dem 2. Weltkrieg werden in Deutschland nur von wenigen Thoraxchirurgen (Derra und Vosschulte) Lungenresektionen durchgeführt. In erster Linie werden die Verfahren der operativen Kollapstherapie angewandt. Neben den teilweise noch recht hohen Mortalitätsraten bei den Lungenresektionen, liegt ein weiterer Grund in der mangelnden präoperativen Diagnostik. Während bei der reversiblen Kollapstherapie gesundes Lungengewebe nicht verloren geht, muß bei der Lungenresektion genau abgegrenzt werden, welche Teile noch funktionstüchtig sind und welche auf Grund ihrer pathologischen

Veränderungen entfernt werden müssen (41).

Hier hat die Einführung der selektiven Lungenangiographie 1951 durch Bolt und Mitarbeiter (40, 39, 38, 35) entscheidende Fortschritte gebracht. Ihre pathophysiologischen Erkenntnisse bauen auf den Arbeiten von Courmand, Ranges und Richards (90, 89) auf, die 1941 ihre ersten Untersuchungen mit dem Herzkatheter als klinische Untersuchungsmethode bekannt geben. Die selektive Lungenangiographie ermöglicht eine außerordentliche Verfeinerung der segmentalen Lungendiagnostik bis hinein in den Bereich der Terminalarterien und durch die Beurteilung der capillaren Füllungsphase regionale Funktionsaussagen, die die Möglichkeiten der Lungenchirurgie stark erweitern. 1957 veröffentlichen Bolt, Forssmann und Rink ihre Monographie "Selektive Lungenangiographie", in der sie ihre an Hand von 2000 Lungenangiographien gewonnenen Erfahrungen darlegen (35). Sie enthält einen großen Teil der chirurgisch relevanten Ergebnisse, die mit diesem Untersuchungsverfahren gewonnen werden können. Die Vorteile der selektiven Lungenangiographie in der präoperativen Diagnostik sehen Bolt, Forssmann und Rink in folgenden Möglichkeiten:

- "1. Die morphologischen Veränderungen der Lungenstrombahn und die dadurch bedingten Funktionseinbußen sind regional faßbar.
2. Funktionstüchtige und funktionell geschädigte bzw. destruierte Parenchymfelder können voneinander abgegrenzt werden.
3. Bei partiellen Lungenresektionen kann die Fähigkeit der zurückbleibenden Lungenteile zur kompensatorischen Dilatation beurteilt werden.
4. Bei der Notwendigkeit zur Entfernung eines ganzen Lungenflügels kann eine detaillierte Aussage darüber getroffen werden, inwieweit die Strombahn der Restlunge die Voraussetzung bietet für die Durchschlebung eines zum Gasaustausch ausreichenden Blutvolumens." (35)

Es gelingt den Autoren die präoperative Indikationsstellung bei thoraxchirurgischen Eingriffen in weiten Bereichen auf eine sichere Grundlage zu stellen. So ist es mit der angiographischen Untersuchung erstmals möglich geworden durch die Kontrolle der kapillaren Füllungsphase zwischen reversibler und irreversibler Atelektase vor dem Eingriff zu unterscheiden. Für den Chirurgen bringt diese Unterteilung wichtige Aussagen, denn eine irreversible Atelektase mit Zerstörung der Alveolarstruktur muß reseziert werden, während eine reversible Atelektase sich wieder entfalten kann, und damit funktionsfähiges Lungengewebe erhalten bleibt. Mittels der selektiven Angiographie gelingt es jetzt auch einen Lungentumor vor der ihn umgebenden Atelektase röntgenologisch abzugrenzen. "Die selektive Angiographie gestattet also gewissermaßen, hinter den Vorhang zu schauen, den die Atelektase ausgebreitet hat." (35) Besondere Bedeutung erlangt diese Differentialdiagnose auch dort, wo entschieden werden muß, ob durch eine Decortication oder Thorakokaustik eine Lunge wieder zur Entfaltung gebracht werden kann. Lassen sich im Angiogramm irreversible Gefäßschäden nachweisen, so kann nur die Entscheidung zu einer Lungenexstirpation getroffen werden.

Die präoperative Beurteilung eines Lungenemphysems ist vor allem bei älteren oder vorgeschädigten Patienten ein großes Problem in der Thoraxchirurgie (121). Einen tieferen Einblick in das pathologische Geschehen ermöglicht die Angiographie. Thoraxchirurgische Eingriffe sind auch heute noch mit erheblichen Konsequenzen verbunden, wenn eine respiratorische Leistungseinschränkung vorliegt. "Erst die Sichtbarmachung des Gefäßnetzes emphysematöser Lungen durch die selektive Angiographie vermag einen Einblick in das Ausmaß der Atrophie der Strombahn zu geben." (35) Gelingt es mit den Lungenfunktionsprüfungen eine emphysematöse Lunge festzustellen, so ist es aber erst mit der selektiven Angiographie möglich geworden chirurgisch relevante Emphyseme zu lokalisieren und zu qualifizieren.

Auf dem Gebiet der malignen Lungentumoren hat die selektive Lungenangiographie - wie schon oben erwähnt - die Hoffnung auf eine verbesserte Frühdiagnostik nicht erfüllen können. Wenn auch bei der differentialdiagnostischen Abklärung von Carcinomen und Metastasen kein wesentlicher Fortschritt erzielt worden ist, so kann die Angiographie doch wesentliche Hinweise für die Operabilität und die Operationsindikation geben. Nach Vieten und Willmann (377) ist keine röntgenologische Untersuchungsmethode in der Lage, die Operabilität eines Lungentumors mit Sicherheit festzustellen. Aber mit der Angiographie ist es in vielen Fällen möglich die Inoperabilität eines Tumors festzustellen und damit vielen Patienten eine Probethoraktomie zu ersparen (35, 242, 98, 392). Ebenso ist sie in der Lage in einer ganzen Reihe von Fällen zwischen intra- und extrapulmonalen Tumoren zu unterscheiden.

In der Frage der operativen Behandlung der Lungentuberkulose hat die selektive Lungenangiographie große Fortschritte ermöglicht (36) (37). Durch sie gelingt es auf Grund der Gefäßveränderungen Rückschlüsse auf den anatomischen und funktionellen Zustand des Parenchyms zu ziehen. "Findet man angiographisch z.B. nur eine segmentär begrenzte Schädigung des Gefäßnetzes, wird man sich bei entsprechender klinischer Indikation zu einer partiellen Lungenresektion entschließen können, da die Feststellung normaler angiographischer Verhältnisse in den restierenden Lungensegmenten zu der Annahme berechtigt, daß der durch die Operation entstandene Parenchymverlust kompensiert werden kann. Ergeben sich dagegen morphologische Veränderungen im gesamten Strombahngebiet einer Lunge, wird man mit dem Entschluß zur Anwendung eines exstirpierenden Verfahrens sehr viel zurückhaltender sein." (35) An Hand der dargestellten Gefäßzerstörungen kann also präoperativ entschieden werden, ob eine Segmentresektion, Lobektomie oder Pneumonektomie notwendig ist, und ob der Zustand des übrigen Lungenparenchyms einen solchen Eingriff überhaupt zuläßt.

Außer diesen neuen Möglichkeiten soll nicht zuletzt darauf hingewiesen werden, daß Bolt, Forssmann und Rink mit der Angiographie zeigen können, daß Herz und Lungenstrombahn ein funktionell eng gekoppeltes Organsystem darstellen. Sie analysieren die kardiale Rechtsinsuffizienz und das Cor pulmonale und legen die Bedeutung der funktionellen Beurteilung in der Thoraxchirurgie eindrucksvoll dar. Auch die moderne Herzchirurgie wäre ohne diese Erkenntnisse kaum denkbar.

In den folgenden Jahren werden sehr viele Arbeiten über die Lungenangiographie veröffentlicht, die sich mit der Differentialdiagnose der Lungentumoren und der Frage der Operationsindikation beschäftigen. Sie bringen aber keine wesentlich neuen Erkenntnisse, sondern bestätigen nur, daß die Vorteile der Angiographie auf einer topographischen Differenzierung und nicht so sehr auf einer differentialdiagnostischen Abklärung beruhen (196, 327).

Einen Fortschritt für die Beurteilung chirurgischer Lungenerkrankungen durch das Angiogramm bringen erst die 1964 veröffentlichten Untersuchungen von Löhr, Grill, Scholtze und Schölmerich (242). Sie führen in 250 Fällen präoperative Angiogramme durch, fertigen von den erhaltenen Resektionspräparaten wieder angiographische Bilder an und untersuchen diese Präparate dann nochmals makroskopisch und mikroskopisch nach pathologisch-anatomischen Gesichtspunkten. Diese sehr ausführlichen Untersuchungen führen zu dem Ergebnis, daß die Schädigungen des Lungenparenchyms bei chronischen Lungenerkrankungen in Schwere und Ausdehnung genau mit den im Angiogramm sichtbaren Gefäßschäden korrelieren. Sie zeigen, daß erst das Angiogramm die ganze Ausdehnung der pathologischen Veränderungen aufweist und alle anderen Röntgenuntersuchungen zu kleine Areale als geschädigt kennzeichnen.

Durch Vergleich und Auszählung der Gefäße im histologischen Übersichtsbild mit den dargestellten Gefäßen im selektiven Angiogramm gelangen sie zu einer Klassifizierung, durch die sich die angiographischen Veränderungen in vier Parenchymschädigungsgrade einteilen lassen. Nach Löhr und Mitarbeitern

können Lungenteile mit dem Schädigungsgrad I immer erhalten werden. Schädigungsgrad II zeigt im Angiogramm mittelschwere Veränderungen und stellt einen Grenzfall dar. Seine präoperative Beurteilung ist von der Lokalisation, Ausdehnung und Art der Grundkrankheit abhängig. Bei Vorliegen des Schädigungsgrades III und IV sind über 50 % aller Gefäße geschädigt, dementsprechend sind die Parenchymveränderungen so stark fortgeschritten, daß dieses Lungengewebe entfernt werden muß. Durch diese Einteilung ist eine genaue Planung des operativen Vorgehens bis in die Subsegmente möglich und die Abwägung des Nutzens oder Risikos der Operation auf eine feste Grundlage gestellt worden.

Auch in der postoperativen Beurteilung von Resektionen und kollapstherapeutischen Maßnahmen hat die Angiographie Ergebnisse gebracht, die der Chirurgie in dieser Weise vorher nicht zugänglich waren (342). So zeigt sie die Schädigungen des Lungengewebes nach Abheilung spezifischer und unspezifischer entzündlicher Prozesse, die trotz Wiederentfaltung der Lunge zurückbleiben. Auf Grund angiographischer Untersuchungen wurde deshalb die Anwendung der Thorakoplastik stark eingeschränkt, da der Kollaps auch das gesunde Lungengewebe stark schädigt (342).

An der Entwicklung der Angiographie ist zu sehen welche entscheidenden Verbesserungen die Röntgendiagnostik der Thoraxchirurgie ermöglicht. Die Ursache für diese Entwicklung war in diesem Fall jedoch die Forderung der Chirurgen nach einer verfeinerten und aussagekräftigen Röntgendiagnostik gewesen: "Diese regionale Funktionsanalyse erschien uns besonders dringlich, als die Herz- und Lungenchirurgie ihre operationstechnischen Probleme weitgehend gelöst hatte und die Indikationsstellung immer weiter ausdehnte." (Bolt, Forssmann und Rink 1957) (35).

DIE KYMOGRAPHIE

Der Entwicklung der Kymographie war der Wunsch zu Grunde gelegen nicht nur Momentaufnahmen anfertigen zu können, sondern den Ablauf von Bewegungen graphisch zu registrieren und die Bewegung wieder zur Darstellung bringen zu können. (349) Die Röntgenkinematographie, die 1912 vor allem von Groedel (145, 144) zur Untersuchung der Herzbewegung entwickelt worden war, hatte sich in der Praxis wegen der hohen Kosten und der technischen Schwierigkeiten noch nicht durchsetzen können. Besonders hemmend hatte sich die große Strahlenbelastung für Patienten und Untersucher ausgewirkt, da sehr viele Momentaufnahmen gemacht werden mußten, um davon die Bilder für den Film aufzunehmen.

Die Aufzeichnung von Bewegungen in Form von Kurven, wie etwa die Pulscurvenschreibung, war in der Medizin schon lange bekannt. Zur Aufzeichnung von Bewegungsvorgängen im Röntgenbild sind zwei Verfahren entwickelt worden, nämlich die Flächenkymographie und die Elektrokymographie, die ebenfalls an Hand von Kurven eine Beurteilung der Bewegung ermöglichen. Die Entwicklung der Flächenkymographie wurde von B. Sabat sowie Gött und Rosenthal eingeleitet. 1911 veröffentlicht Sabat eine Arbeit, in der er einen sogenannten Einschlitzkymographen beschreibt (308, 307). Seine Arbeit enthält keine Ergebnisse oder Kurven, die mit dem Verfahren erhalten worden sind.

Unabhängig von ihm veröffentlichten Gött und Rosenthal 1912 ihre Arbeit: "Über ein Verfahren zur Darstellung der Herzbewegung mittels Röntgenstrahlen (Röntgenkymographie)". Sie beschreiben ebenfalls einen Einschlitzkymographen und zeigen erste Ergebnisse, die mit der neuen Methode gewonnen worden sind (138). Ihr Verfahren besteht darin, daß sie hinter einer Bleiplatte mit schlitzförmiger Aussparung eine Röntgenplatte vorbeiziehen, so daß die Ortsänderung eines bewegten Röntgenschnittens als Kurve zur Darstellung kommt.

Diese Methode wurde mehrfach modifiziert. Scherf und Zdansky verwenden 1929 zwei waagrechte Schlitze, durch die die Bewegung des rechten und linken Herzrandes dargestellt wird (320).

1931 wird von Cignolini eine Modifikation angegeben, die es erlaubt die Bewegungen mehrerer Punkte an beiden Herzrändern aufzunehmen (82, 83). Eine weitere Entwicklung stellen 1934 Thoyer-Rozat, Codet und Bonte vor. Sie verwenden ein fünfschlitziges Raster, das auf verschiedene Punkte des Herzens eingestellt wird. Damit erzielen sie Bilder, die einige Herzaktionen zeigen (363).

Ein grundsätzlicher und diagnostisch relevanter Fortschritt wird jedoch erst durch die Arbeiten des Münchners Fleikart Stumpf erreicht. Da die früheren Verfahren nur die Darstellung eines schmalen Streifens ermöglichen, bedeutet dies auch bei guter Kurvendarstellung der Bewegungsvorgänge eine so große Entfremdung vom gewohnten Übersichtsbild, daß sie keinen Eingang in die Praxis finden. 1928 stellt Stumpf seinen Vielschlitzkymographen vor, der das ganze Organ abbildet und an seinen Rändern kurze Kymogramme darstellt (350, 349). Er nennt sein Verfahren Flächenkymographie und beschreibt seine Entwicklung folgendermaßen: "Zunächst ging ich vom Augenblicksbild und den Reihenbildern der Kinematographie aus. Da indes die Aufnahmen auf verschiedenen Filmen großen photographisch-technischen Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten führten, versuchte ich die Aufnahme auf einen Film. Dabei wurde durch eine rasterförmige Abdeckung während der ersten Aufnahme und Verschieben des Filmes zwischen den Aufnahmen dafür gesorgt, daß das jeweils folgende Bild auf Filmteile, welche unbelichtet waren, zu liegen kam." (352) Bei diesem Vorgehen bilden sich die parallel zum Schlitzverlauf des Rasters erfolgenden Randbewegungen des Organs als Zacken auf dem Film ab. Aus der Größe, Form und Reihenfolge dieser Zacken können dann diagnostische Schlüsse gezogen werden. Da die Geschwindigkeit des Rasterablaufes der Organbewegung angepaßt wird, war es mit dem von Stumpf entwickelten

Kymoskop möglich, den Bewegungsablauf des Flächenkymogramms wieder darzustellen (349). Da die Kurven im Flächenkymogramm sehr eng gedrängt sind, ist es sehr schwierig gewesen zeitliche Markierungen zu setzen und Einzelheiten der Bewegung zu erfassen. Um diese Mängel zu beseitigen hat Stumpf 1934 die Flächenkymographie mit der Densographie kombiniert (351). Die Umzeichnung der Röntgenshattenkurven in mathematische Kurvenlinien hat den Vorteil, daß sie wesentlich mehr Einzelheiten erkennen lassen und mit gleichzeitig angefertigten Puls- und Ekg-Kurven verglichen werden kann. Für die Röntgendiagnostik bei Lungenerkrankungen spielt das Densogramm nur eine untergeordnete Rolle, hier ist es vor allem das Flächenkymogramm gewesen, das neue Erkenntnisse für chirurgische Operationen gebracht hat.

Für die Planung und Erfolgsbeurteilung der Kollapstherapie ist es wichtig zu wissen, ob Veränderungen des Atemmechanismus vorhanden sind. Mit Hilfe der Flächenkymographie ist es möglich gewesen, präoperativ festzustellen, ob die durch den Kollaps beabsichtigte Ruhigstellung und Entspannung erreicht werden kann (56). Bei tuberkulösen Erkrankungen im Lungensoberfeld war die Phrenicusexhairese lange Zeit sehr umstritten. Durch kymographische Untersuchungen können hier klare Indikationen geschaffen werden (388, 389). Im Flächenkymogramm lassen sich deutliche Hinweise für eine interlobäre Pleuraverschwartung nachweisen. Ist diese vorhanden, so kann der Chirurg damit rechnen, daß es durch die Phrenicusexhairese, die 1911 von Stürtz (353) in die Kollapstherapie eingeführt worden ist, zu einer Stillegung des Oberlappens kommt. Da es mit der Durchleuchtung kaum möglich ist diese interlobären Schwarten zu beurteilen, ist es nicht selten vorgekommen, daß durch die Phrenicusdurchtrennung nur der noch gesunde Unterlappen ausgeschaltet worden ist und damit die Atmung noch stärker eingeschränkt wurde. Als zusätzliche Schädigung hat sich die Tatsache herausgestellt, daß nach der Zwerchfelllähmung im Kymogramm eine verstärkte Rippenatmung derselben Seite nachgewiesen werden konnte (352).

Das Flächenkymogramm gibt auch Aufschluß über die funktionellen Auswirkungen von parietalen Pleuraschwarten. Für die Indikationsstellung zum künstlichen Pneumothorax ist dies von besonderer Wichtigkeit. Durch das Kymogramm hatte man die Möglichkeit, die Fälle auszuschließen, bei welchen Pleuraschwarten den Lungenkollaps verhindern würden. Ein unbestreitbarer Fortschritt, "... wenn man bedenkt, daß gewöhnlich der Versuch der Anlage an mehreren Stellen des Brustkorbes gemacht werden muß, und daß gerade beim vergeblichen Versuch, bei nicht sich ablösender Pleura visceralis, das Anstechen der Lunge unvermeidbar ist und hierdurch die Gefahr von Lungenblutungen und Luftembolie entsteht" (352).

Auch für die präoperative Beurteilung und die Erfolgsaussichten der Strangdurchtrennung, die 1912 von H.C. Jacobaeus (184) eingeführt worden ist, hat sich die Flächenkymographie als sehr hilfreich erwiesen. Mit ihr können Lage und Auswirkung der Stränge erkannt werden, die kauterisiert werden sollen.

Für die Durchführung der extrapleurale Pneumolyse mit Plombierung des gewonnenen Hohlraumes durch Fettgewebe (Tuffier) oder Paraffin (Baer) war der Nachweis einer festen Pleuraschwarte unerläßlich. Eine nichtverschwartete Pleura reißt bei der digitalen Ablösung ein und die Plombenmasse gleitet im Pleuraraum nach unten. Für die Indikationsstellung zu dieser selten angewandten Operation ist die Flächenkymographie besonders geeignet, da sie in erster Linie totale parietale Verschwartungen aufdeckt. Die extrapleurale Pneumolyse findet erst in Form des extrapleurale Pneumothorax eine ausgedehnte Anwendung, den Nissen 1932 (272) nach einem Vorschlag von Mayer aus dem Jahr 1913 (254) eingeführt hat.

Die populärste und zugleich eingreifendste Operation bei Lungentuberkulose ist die Thorakoplastik. Die erste Thorakoplastik wurde 1885 von de Cérenville (68) durchgeführt und von Spengler (336) und Friedrich (123) bis zur totalen Entknochung des Brustkorbes weiterentwickelt. Da die totale

Entknochung nach Friedrich mit einer erheblichen Mortalität belastet ist, schlägt Wilms 1911 die paravertebrale, begrenzte Rippenresektion vor (391), die unter dem Namen Pfeilerresektion besonders durch Sauerbruch bekannt wird. Die Operationsindikation zu diesem schwerwiegenden Eingriff wird durch den Zustand der mehr oder minder gesunden Lungenhälfte bestimmt. Neben anderen Faktoren muß die Atemmechanik dieser Seite geprüft werden, da die Atemfunktion des kranken Lungenflügels postoperativ weitgehend ausfällt. Um das Ausmaß der durch Pleuraschwarten hervorgerufenen Funktionsstörung sichtbar zu machen, ist die Kymographie hervorragend geeignet. Sind bei der präoperativen Untersuchung parietale Verschwartungen auf der kranken Seite festgestellt worden, so war das für den Chirurgen ein fast sicherer Beweis dafür, daß auch die mediastinale Pleura verschwartet ist und deshalb die Gefahr eines postoperativen Mediastinalflatterns gering ist.

Bei allen kollapstherapeutischen Maßnahmen ist für den Erfolg entscheidend, ob die Pleura mit dem Zwerchfell verwachsen ist und sich deshalb der Zwerchfellzug bis ins Lungenobergeschoß auswirken kann. Ist dies der Fall so kommt der kavernöse Prozess nicht zur Ruhe, der Kranke bleibt offen und die Gefahr der Reaktivierung und Streuung ist trotz eingetretenem Kollaps nicht beseitigt. Diese Zugwirkungen lassen sich durch das Kymogramm sichtbar machen, das dann die Indikation für eine zusätzliche Phrenikusexhairese oder -quetschung begründet (388).

Mit Hilfe der Flächenkymographie ist es der Röntgendiagnostik zum ersten Mal in größerem Umfang möglich von der Beurteilung des jeweiligen Zustandsbildes zu einer Aussage über die veränderte Funktion zu gelangen.

Einen weiteren Schritt in dieser Richtung stellt die Entwicklung der Elektrokymographie dar. Die ersten Versuche aus den Jahren 1931 bis 1936 stammen von Jakoby, Janker und Schmitz (185, 186), Schmitz und Schäfer (324) sowie von Kalvesay (195, 194). Sie nennen ihr Verfahren Ionographie und verwenden einen eingeblendeten Röntgenstrahl, der das

schlagende Herz durchsetzt und dann auf eine Ionisationskammer fällt. Dadurch werden Volumen- und Lageänderungen des Herzens registriert.

1936 entwickelt K. Heckmann ein Verfahren, das er Aktinokardiographie nennt (159 - 161). Es stellt die Grundlage der heutigen Elektrokymographie dar. Die durch die Pulsation eines Organes auf dem Leuchtschirm hervorgerufenen Helligkeitsschwankungen steuern eine Photozelle, deren Stromschwankungen von einer Registriereinrichtung in Kurvenform aufgezeichnet werden.

Eine praktische Anwendung erreicht die Methode in den folgenden Jahren zunächst nicht. Erst 1945 findet sie vor allem in den USA und Frankreich zunehmendes Interesse. Es erscheinen die Arbeiten von Chamberlain (69), Lian und Minot (228) und vor allem von Henny und Bonne (171, 170), die ihr den heute gebräuchlichen Namen Elektrokymographie geben. Durch ihre Photozellenmultiplianordnung gewinnt das Verfahren eine praktische Bedeutung in der Röntgendiagnostik. Die weitere technische Entwicklung führt zur Simultanregistrierung mit mehreren Photozellen von Mednick, Schwedel und Samet 1950 (256), zur Phasenanalyse von Heckmann 1952 (160 - 164) und zur Tomokymographie von Ivanov, Botev und Minkov (181) 1957. Der weitaus größte Teil der Arbeiten beschäftigt sich mit der Anwendung der Flächen- und Elektrokymographie bei Herzkrankungen. In der von Heckmann verfaßten Monographie findet sich dazu eine Übersicht mit zahlreichen Literaturangaben (165, 166).

Die Kymographie hat aber nicht nur beim Studium der Herzkrankungen neue Erkenntnisse gebracht, sondern auch die Diagnostik der Lungenveränderungen wesentlich bereichert. 1946 gelingt es Marchal zum ersten Mal mit der Elektrokymographie Gefäßpulsationen in der Lungenperipherie aufzuzeichnen (248). In den folgenden Jahren befassen sich Marchal (250), Kourilsky und Marchal (209) und Haubrich (155) mit der elektrokymographischen Untersuchung der Lunge. An symmetri-

schen Punkten beider Lungenflügel werden hierbei die Dichteänderungen gemessen. Über gesunden Lungen werden dabei Kurven registriert, die denen über den großen intrathorakalen Gefäßen sehr ähnlich sind. Daraus folgert Marchal (248), daß die systolisch-diastolischen Helligkeitsschwankungen durch die Blutzirkulation in den Lungengefäßen hervorgerufen werden. Kourilsky und Marchal (209) und Marchal und Marchal (249) führen weitere elektrokymographische Untersuchungen bei Patienten mit Bronchialcarcinomen durch und weisen nach, daß eine solche Gefäßkurve in den carcinomatösen Lungenabschnitten nicht registriert werden kann. Marchal nennt dieses Phänomen "L'arrêts des battements", das 1958 durch Untersuchungen von Lissner (233) als "Pulsationsstop" bestätigt wird. Dieser Pulsationsstop tritt schon auf, wenn andere röntgendiagnostische Maßnahmen noch keinen pathologischen Befund erkennen lassen und ist deshalb zur Frühdiagnose eines Tumors geeignet. Es wird in der Arbeit von Lissner (233) darauf hingewiesen, daß das Elektrokymogramm ebenso wie das Lungenangiogramm "... keine artspezifischen Tumorsymptome aufdeckt, sondern nur die Frage nach der normalen oder pathologischen Blutdurchströmung der Lunge zu beantworten hilft und über diesen Weg zur Klärung pathologischer Lungenverschattungen beiträgt." (233) In einer 1962 veröffentlichten Monographie (234) teilt Lissner sehr differenzierte Untersuchungsergebnisse über die Elektrokymographie bei intrapulmonalen Prozessen mit und klärt ihren differentialdiagnostischen Aussagewert. Die Elektrokymographie kann eine sonst nicht wahrnehmbare Dämpfung der Angiokinetik im lufthaltigen Mantel tumorblockierter Lungenabschnitte sichtbar machen (209, 155, 249, 233, 234). Lissner (234) weist nach, daß der "Pulsationsstop" in der Lungenperipherie von der Lage des Tumors abhängt, d.h. ein solcher nicht auftritt, wenn keine Ventilations- oder Zirkulationsstörung vorliegt. Für das am häufigsten zu beobachtende hilusnahe Bronchialcarcinom, das zu Bronchustenososen oder Gefäßkompressionen geführt hat, kann jedoch immer ein Pulsationsstop nachgewiesen werden (235).

Differentialdiagnostische Schwierigkeiten bei der präoperativen Diagnostik treten beim einseitigen Emphyem sowie bei Lungenerkrankungen mit Bindegewebsvermehrung und Parenchymschrumpfung auf. Findet sich im Elektrokymogramm ein halbseitiger "Pulsationsstop" so ist dies unter Berücksichtigung der Differentialdiagnose ein deutlicher Hinweis auf die Inoperabilität eines Bronchialcarcinoms (209).

Durch die kombinierte Anwendung der Flächen- und Elektrokymographie ist eine Differenzierung zwischen pathologischen Veränderungen des Herzens oder der großen Gefäße und den Mediastinal- und Hilustumoren möglich (352, 234, 166, 155). Mit Hilfe der Trennung von Pulsation und Mitbewegung kann ein Aortenaneurysma oder eine Ektasie der Art. pulmonalis von einem "pulsierenden" Mediastinaltumor unterschieden werden. Ebenso kann ein Herzwandaneurysma von einem Tumor abgetrennt werden. Ein stenosebedingtes Mediastinalwandern, das durch die Seitendruckdifferenz in der Lunge hervorgerufen wird, läßt sich allein mit der Flächenkymographie nachweisen (352). Auch über die Art des Tumorwachstums können Aussagen gemacht werden. Infiltrierend wachsende Tumoren, wie das Bronchialcarcinom oder Carcinometastasen, zeigen schon bei geringer Ausdehnung keine Randbewegung mehr. Benigne Tumoren und gut abgekapselte Malignome, wie z.B. Sarkome, zeigen auch bei beachtlicher Größe noch Mitbewegungen, sofern sie mit Gefäßen Verbindung haben (330).

Eine Beurteilung der Operabilität ist auch durch die 1954 von Strnad (345, 231) eingeführte Oesophaguskymographie möglich, die ebenfalls auf dem Nachweis einer Bewegungseinschränkung bei infiltrierendem Tumorwachstum beruht. Werden normalerweise die Herzpulsationen auf die Speiseröhre übertragen, so unterbleiben sie bei Lymphknotenmetastasen im Mediastinum an umschriebenen Stellen. Im Flächenkymogramm des Oesophagus kommt es daher zu einem Ausfall von Bewegungszacken. Für den Thoraxchirurgen ist dieser Befund ein Nachweis der Inoperabilität. Nach Kraus und Strnad (214) ist der kymographische Metastasenbefund in 84 % der Fälle durch die nachfolgende Thoraktomie bestätigt worden.

Gegenüber anderen Röntgenuntersuchungen bietet die Kymographie den Vorteil, daß sie gefahrlos und unblutig ist, und deshalb für den Patienten kein Risiko darstellt. Ihre chirurgische Bedeutung liegt heute vor allem bei der Beurteilung der Operabilität von Lungentumoren und der Differenzierung mediastinaler Prozesse.

DAS PNEUMOMEDIASTINUM

Die Anfänge des medizinischen Wissens über die Mediastinalerkrankungen beschränkten sich auf Krankheitsbilder, die klinisch sehr eindrucksvoll gewesen sind. Dies waren vor allem Entzündungen des Mediastinums, große Aortenaneurysmen und maligne Tumoren, welche aber erst in weitfortgeschrittenen Stadien erfaßt werden konnten. Gutartige Tumoren des Mediastinums gelten vor der Röntgenära als pathologisch-anatomische Rarität und werden selbst bei der Section nur in seltenen Fällen festgestellt. Dem Chirurgen dieser Zeit erscheint das Mediastinum als geheimnisvolle Region, die kaum zu untersuchen ist und deren operatives Angehen mit Lebensgefahr für den Patienten verbunden ist. Diese Anschauungen erfahren erst mit der Entwicklung der Radiologie und der Weiterentwicklung der Thoraxchirurgie eine grundsätzliche Änderung. Durch die radiologische Forschung kommen eine große Anzahl von Mediastinalerkrankungen zur Darstellung, die bis dahin in der Klinik praktisch unbekannt waren. Eine erste exakte Arbeit über die Erkrankungen des Mediastinums hat 1925 Emile Sergent verfaßt (233).

Das Mediastinum stellt sich im Röntgennativbild als homogener Schatten dar, über den kaum diagnostische Aussagen gemacht werden können. Mit der Tomographie und der Hartstrahltechnik ist es nur in wenigen Fällen möglich unterschiedliche Strukturen im Mediastinum darzustellen. Auch mit der Flächen- und Elektrokymographie sind nur Aussagen über die Grenzgebilde zwischen Lunge und Mediastinum zu machen (275).

Das spontane Pneumomediastinum nach Verletzungen des Thorax und Bronchialbaumes sowie nach Thoraktomien ist der Chirurgie seit Einführung der Röntgenologie genau bekannt (314, 192). Das künstliche Pneumomediastinum ist erstmals nach Einführung des Pneumoperitoneums in die Röntgendiagnostik - durch Lorey 1912 (244) - gesehen worden. Nach Anlegen der

abdominalen Gasfüllung ist es zu einem Eindringen des Gases in das Mediastinum gekommen. Dies ist als unerwünschte Begleiterscheinung angesehen worden, da es sich bei den beobachteten Fällen um ausgeprägte Mediastinalemphyseme gehandelt hat, die mit Atembeschwerden, Druckgefühl und subcutanem Emphysem verbunden waren. Eine diagnostische Auswertung hatte dieses sekundäre Pneumomediastinum zu dieser Zeit nicht erreicht. Erst als sich die Thoraxchirurgie mit dem Problem des Mediastinalflatterns auseinandersetzen muß, nimmt auch das Interesse am Mediastinum zu. 1931 veröffentlicht Rehn (290) eine Arbeit über die künstliche Mediastinalversteifung, in der er auch über die erste "Mediastinographie" am lebenden Menschen berichtet. Er injiziert ca. 10 ccm einer 20%igen Abrodilösung in den Retrosternalraum zur Darstellung des vorderen Mediastinums. Rehn möchte mit der Mediastinographie in erster Linie die Beschaffenheit des Mediastinums vor der Kollaps-therapie abklären, zeigt aber auch schon weitere diagnostische Möglichkeiten dieser Untersuchungsmethode: "Sie konnte zunächst ganz allgemein über die Beschaffenheit des Mittelfelles selbst etwas aussagen. Aus dem normalen Verhalten und den hierfür charakteristischen Kennzeichen ließen sich unter Umständen anormale Zustände ableiten, so z.B. Versteifung, Verziehungen, Verdrängungen. Auch waren Veränderungen des Mediastinalschatens bei Erkrankungen des vorderen Mittelfellraumes zu überprüfen." (290)

Ähnlich vorgegangen ist Danelius (93), der seine Versuche 1929 an der Leiche durchgeführt hat und die Pleura mediastinalis mit Thoriumdioxid-Sol darstellt. 1934 erscheint eine Studie von Martinez (251) über die Mediastinographie, 1935 von v.Pannewitz (283) und 1940 von Livraga (238). Von Pannewitz weist in seiner Arbeit auf die Möglichkeit einer Kombination von Mediastinographie und Kymographie hin, die besonders geeignet sei präoperativ die mögliche Gefährdung des Patienten durch ein Mediastinalflattern festzustellen. Eingang in die Praxis hat diese Methode jedoch nicht gefunden, da Reizungen

des Mediastinums beobachtet worden waren und die Mediastinitis ein äußerst gefürchtetes Krankheitsbild mit meist tödlichem Ausgang darstellte.

Eine praktische Bedeutung als röntgendiagnostische Untersuchungsmethode erlangt erst das 1935 von Condorelli (269) eingeführte vordere und hintere Pneumomediastinum, bei welchem Luft oder Sauerstoff als Kontrastmittel verwendet wird. Die Insufflation des Gases wird, für das vordere und hintere Mediastinum getrennt, auf direktem Wege durchgeführt. Die Ausbreitung des Gases im wabigen Gewebe des Mediastinums führt zur Bildung schmaler Luftschichten um die verschiedenen Organe, die dadurch voneinander getrennt und röntgenologisch besser darstellbar werden. Zur Darstellung des vorderen Mediastinums geht Condorelli oberhalb des Jugulum mit einer in der Mitte um 120° gebogenen Nadel ein und schiebt diese an der Hinterwand des Manubrium sterni entlang ins Mediastinum. Anschließend erfolgt die Gasinsufflation mit einem Pneumothoraxapparat. Zur Darstellung des hinteren Mediastinums benutzt er die gleiche Einstichstelle, wobei er eine gerade Nadel bis an die vordere Trachealwand führt und dann an dieser entlang nach unten in das hintere Mediastinum gelangt. Da sich hierbei die Nadel häufig an den Trachealknorpelspangen verfangt, gibt Condorelli bald die transtreacheale Methode an, bei welcher die Trachea von einer mit einem Mandarin versehenen Nadel schräg nach unten durchstoßen und so das Zellgewebe des hinteren Mediastinums erreicht wird.

In den folgenden Jahren sind verschiedene technische Verfahren zur Einbringung des Gases in das Mediastinum entwickelt worden. Hierbei werden zwei Arten unterschieden. Wird das Gas unmittelbar in das Mediastinum eingeführt so spricht man vom "direkten Weg". Erfolgt die Einführung des Gases in Räume, die nicht dem Mediastinum angehören, aber mit ihm in Verbindung stehen, so bezeichnet man das als "indirekten Weg".

In Anlehnung an ein Schema von Macarini und Oliva (247) sollen die wichtigsten Techniken tabellarisch aufgeführt werden:

I. Direkte Wege:

- 1) retrosternal bzw. suprasternal: Condorelli et al. 1935 (337), Bariéty 1955 (20)
- 2) prätracheal: Condorelli 1936 (87)
- 3) transtracheal: Condorelli 1936 (87)
- 4) epigastisch - retroxyphoidal: Baccaglini jr. 1951 (16), Balmes und Thévenet 1954 (19)
- 5) laterodorsal in den retrooesophagealen Raum: Paolucci und Giacobini 1951 (286)
- 6) transbronchial: Ingequieros et al. 1954 (180)
- 7) transsternal: Sansone (310)
- 8) parasternal: Sansone (310)

II. Indirekte Wege:

- 1) präcoccygeal: Ruiz - Rivas (306), Baccaglini 1951 (17)
- 2) laterococcygeal: Ruiz - Rivas (306)
Baccaglini 1951 (17)
- 3) laterodorsal in den prävertebralen Raum: Paolucci und Giacobini 1951 (286)
- 4) laterocervical: Tricomi und Capaldo 1951 (365)
- 5) retropubisch: Bétoulières et al. 1952 (27)
- 6) endoarachnoidal - extradural oder peridural:
Ciarla 1940 (81), Sansone und De Maestri 1951 (311)

Nach Oliva und De Albertis (275) werden am häufigsten der direkte retrosternale, der direkte transtracheale sowie der indirekte retroperitoneale Weg angewandt, da sie die Vorteile einer guten Gasverteilung und der Ungefährlichkeit für den Patienten in sich vereinigen.

In den ersten Jahren nach der Entwicklung des Pneumomediastinums stößt das Verfahren bei vielen Untersuchern auf große Reserviertheit (92, 201). Erst um das Jahr 1950 wird es häufiger angewendet. Das vordere Mediastinum ist auch zu therapeutischen Zwecken angelegt worden, besonders zur extrapleurale, mediastinalen Kollapstherapie bei Lungentuberkulose und zur Verhütung perikardialer Verklebungen (284, 63, 64). Von Megias Velasco ist es zur Tamponade von Lungenblutungen empfohlen worden (257). Die therapeutische Anwendung des Pneumomediastinums hat jedoch keine breite Anwendung erlangt und ist ebenso wie der diagnostische Pneumothorax durch den großen Fortschritt der Thoraxchirurgie immer weiter in den Hintergrund gedrängt worden.

Das Pneumomediastinum erhält seinen vollen diagnostischen Aussagewert erst durch die Kombination mit der Schichtuntersuchung in verschiedenen Ebenen. Seine größte Bedeutung hat es bei der Abgrenzung von Tumoren im vorderen Mediastinum. Die Indikationsstellung ist begrenzt und kommt erst in Frage, wenn alle übrigen Untersuchungsmethoden - besonders die transversale Tomographie (369, 131, 130) - keine eindeutige Diagnosestellung erlauben (84). Das Pneumomediastinum gestattet den Nachweis morphologischer Veränderungen und deren topographische Einordnung im Mittelfellraum. Es können die den Mediastinalschatten bildenden Organe differenziert werden und Tumoren und ihre Ausdehnung erkannt werden, sowie Aussagen über Tumorwachstum und Tumorart erlangt werden. Oliva und Albertis berichten in einer 1963 erschienenen Arbeit (275) ausführlich darüber, welche Aussagen das Pneumomediastinum durch Klärung der Morphologie, der Lokalisation und des Verlaufes ermöglicht. Für den Chirurgen bietet dies die Möglichkeiten eine Aussage über die Natur der Erkrankung oder auch schon ihre Diagnose zu erhalten. Die Klärung der Topographie gibt wesentliche Hinweise auf das einzuschlagende Verfahren und die zu erwartenden Schwierigkeiten beim operativen Zugang. Der Verlauf gibt Hinweise auf Gut- oder Bösartigkeit des

Prozesses, außerdem ist die wichtige Frage der Mitbeteiligung benachbarter Organe meist eindeutig zu klären.

Schon Rehn, Direktor der chirurgischen Universitätsklinik Freiburg, zeigt in der ersten Arbeit über die Mediastinographie (290) ihre diagnostischen Vorteile für die Chirurgie. An Hand eines Falles von M. Hodgkin und eines Lungentumors zeigt er ihren Wert und fordert ihren röntgenologischen Ausbau. 1935 veröffentlicht von Pannewitz, Leiter der Röntgenabteilung an derselben Klinik, seine Untersuchungen, die weitere diagnostische Möglichkeiten der Mediastinographie bei Lungen- und Oesophagustumoren darstellen (283). Zierhut weist 1954 darauf hin, daß mit dem Pneumomediastinum die Beziehungen eines Tumors zur Lunge und sein Ausgang von der Lunge oder vom Mediastinum geklärt werden können und daß die Abgrenzbarkeit eines "perioesophagalen Tumors für den Chirurgen bei der Beurteilung der Operabilität eine wichtige Ergänzung" (397) darstellen. Außerdem gelingt ihm der Nachweis eines Tumors, der mit den übrigen diagnostischen Mitteln nicht dargestellt werden konnte (397). Die thoraxchirurgischen Erkrankungen, bei deren Diagnostik das Pneumomediastinum einen Fortschritt gebracht hat, faßt Lissner 1959 in drei große Gruppen zusammen: 1. Mediastinaltumoren 2. Bronchialcarcinome 3. Angeborene oder erworbene Herz- und Gefäßveränderungen (237). In einer weiteren Untersuchung (236) werden die Vorteile des Pneumomediastinums bei der Diagnostik aufgezeigt: Thymome können auf Grund ihrer Lage und der häufig gestielten Form in vielen Fällen erkannt werden. Durch die Gasfüllung ist eine Differenzierung von Herzschaten und Thymuslappen möglich (85). Die topographische Lokalisation gutartiger Mediastinaltumoren ist präoperativ wichtig und erleichtert das Vorgehen des Chirurgen. Die Verbindung mit der Flächenkymographie bringt besonders bei der Differenzierung zwischen Gefäßprozess und Tumor wesentliche neue Gesichtspunkte (234, 236). Bei der Differentialdiagnose zwischen spezifischen oder neoplastischen Lymphknotenvergrößerungen, Lungentumoren und Thymusvergrößerungen ist das Pneumomediastinum häufig eine wertvolle Hilfe (85).

Die Abklärung der Verhältnisse im Mediastinum ist besonders wichtig, da von diesem Befund die Frage der weiteren Therapie in hohem Maße abhängig ist. Dies gilt sowohl für maligne Lungengeschwülste als auch für maligne Mediastinaltumoren. Im Fall des Bronchialcarcinoms bedeutet das, daß der mediale Tumorrand, der sonst nicht abgrenzbar ist, sichtbar gemacht werden kann und Infiltrationen des Mediastinums nachgewiesen werden können (236, 85). Auch im hinteren Mediastinum gelingt der Nachweis und die Beurteilung von Oesophagustumoren, Aneurysmen der Aorta descendens, osteolytischen Herden, Neurinomen und neoplastischen Lymphknotenpaketen (85, 275).

Das Pneumomediastinum, - in seiner Grundkonzeption von einem Chirurgen entwickelt und von Röntgenologen zur Untersuchungsmethode ausgebaut -, hatte einen wesentlichen Anteil an der Klärung mediastinaler Prozesse, die vorher nicht ausreichend beurteilbar gewesen waren.

DISKUSSION

Garrison, ein amerikanischer Medizinhistoriker, schreibt 1961: "Recent surgery undoubtedly owes most to wilhelm Konrad Röntgen (1845 - 1922) of Lennep (Rhineland) who became professor of physics at Strassburg (1876), Giessen (1879), Würzburg (1888) and Munich (1899)." (127) Ähnliche Aussagen finden sich in vielen historischen Abhandlungen. Ich habe aber trotz intensiver Suche keine Arbeit in der Literatur gefunden, die darlegt welche Fortschritte im einzelnen durch die Einführung und Entwicklung der Röntgenologie ermöglicht worden sind. Es gibt auch kaum Angaben darüber, welche der beiden Disziplinen jeweils den Anstoß zu einer neuen Entwicklung gegeben hat. In der Literatur sind die Arbeiten, die im Hinblick auf die geschichtliche Entwicklung bedeutsam sind, weit verstreut.

Auf Grund dieser Tatsachen habe ich versucht in dieser Arbeit folgende Punkte zu klären:

1. Eine Darstellung der Entwicklung der Lungenchirurgie und der Lungenröntgendiagnostik an Hand der Arbeiten, die neue Methoden oder Verfahren in eine der beiden Disziplinen eingeführt haben.
2. Klärung der Frage, welche Entwicklungen der Lungenröntgendiagnostik einen Fortschritt in der Lungenchirurgie bewirkten.
3. Klärung der Frage, welche Fortschritte in der chirurgischen Operationstechnik einen Ausbau der röntgendiagnostischen Methoden erforderlich machten.

1. Die Darstellung der historischen Entwicklung geht von den Begründern der einzelnen Verfahren aus, da in der Literatur häufig widersprüchliche oder auch falsche Angaben gefunden worden sind. In das Literaturverzeichnis sind die Arbeiten aufgenommen worden, in welchen erstmalig über ein neues Ver-

fahren berichtet wird. Es enthält deshalb in Bezug auf die zu den einzelnen Themen vorhandenen Arbeiten nur einen kleinen Ausschnitt, der die medizinhistorisch bedeutsamen Arbeiten aufführt. Um einen Überblick über die gesamte, wegen ihrer Fülle schwer zu sichtende, Literatur zu erlangen muß auf die einschlägigen Monographien verwiesen werden.

Für die Zeitbestimmung wurde das Veröffentlichungsjahr der jeweiligen Arbeit verwendet, sofern in der Arbeit selbst nicht andere Zeitangaben vom Verfasser gemacht worden sind. Die zeitlichen Angaben in den einzelnen Kapiteln in Verbindung mit den angegebenen Ordnungszeichen des Literaturverzeichnis ergeben einen vollständigen Überblick über die historische Entwicklung der Lungenröntgendiagnostik und der Lungenchirurgie. Auf Entwicklungen in benachbarten Disziplinen wurde hingewiesen, wenn ein unmittelbarer Bezug im Entwicklungsgeschehen vorhanden war. Ausgeklammert wurde die Herzchirurgie, die trotz naher topographischer Nachbarschaft eine vollkommen eigene Entwicklung aufweist. Hier haben neben den diagnostischen Problemen, die durch die Angiographie wesentlich erleichtert worden sind, vor allem technische Entwicklungen, wie sie z.B. die Herzlungenmaschinen darstellen, eine wichtige Rolle gespielt.

2. Die Beantwortung der Frage, welche chirurgischen Fortschritte durch die Röntgendiagnostik ermöglicht worden sind, soll mit einem Zitat aus einer 1898 von Gerulanos verfaßten Arbeit "Ueber den jetzigen Stand der Lungenchirurgie" eingeleitet werden: "Es erübrigt uns noch, die Lungentumoren zu erwähnen. Dieselben sind in den verschiedensten Formen als Fibrome, Enchondrome, Sarkome, Carcinome usw. bekannt, verlieren jedoch deswegen an praktischer Bedeutung, weil erstens dieselben äusserst selten sind, dann weil die Feststellung der Diagnose, solange sie operabel sein könnten, geradezu unmöglich ist. Es ist auch in der That kein einziger Fall von primärem Lungentumor bis heute operativ behandelt." und "Einen besseren Erfolg mag in der Zukunft die Untersuchung

mittels der Radiographie haben, wenn nicht für die Feststellung der Lokalisation des Herdes, so doch, was ausserordentlich wichtig ist, für die Beurtheilung des Zustandes des ganzen übrigen Lungengewebes." (59)

Diese Hoffnung ist voll und ganz in Erfüllung gegangen und es war die Chirurgie, die als erste die neuen Möglichkeiten der Röntgenuntersuchung nutzt. Die Röntgendurchleuchtung ermöglicht dem Chirurgen zum ersten Mal eine Funktionsprüfung des Zwerchfells, der Thoraxwand und des Herzens. Er sieht zum ersten Mal die Succussio Hippokratidis beim Hydro-pneumothorax, die paradoxe Zwerchfellbewegung beim Pneumothorax und das Pendeln des Mediastinums. Es können erstmals Lungeneiterungen und Fremdkörper in der Lunge lokalisiert werden. Mit Hilfe der Durchleuchtung gelingt es Brauer die Grundlagen für die systematische Anwendung des therapeutischen Pneumothorax zu entwickeln und die Auswirkungen von Verwachsungssträngen abzuklären.

Murphy, der unabhängig von Forlanini, den künstlichen Pneumothorax entdeckt, kann dabei durch Röntgenaufnahmen die Vorgänge bei der Atmung richtig deuten und falsche Theorien der Physiologie eindeutig widerlegen.

Auf dem Gebiet der chronischen Lungeneiterungen, die zu jener Zeit in der Chirurgie einen wesentlich breiteren Raum als heute einnehmen, da es keine Antibiotika gibt, kann der Verlauf und Therapieerfolg durch Lungenaufnahmen gesichert werden.

Die röntgenologische Lungenuntersuchung erlaubt eine genaue Einteilung der verschiedenen Formen der Lungentuberkulose (Béclère, Barthélemy, Guilleminot, Bouchard, Graeff und Küpferle, Assmann). Auf Grund dieser Kenntnisse können die kollapstherapeutischen Maßnahmen entwickelt werden. Auch zur Ausarbeitung ihrer Indikationen ist die Röntgendiagnostik unerlässlich gewesen (Wilms, Sauerbruch).

Bei den nicht spezifischen entzündlichen Lungenerkrankungen kann durch präoperative Röntgenaufnahmen die Mortalitätsrate wesentlich gesenkt werden (Garé, Davies). Durch die Möglichkeit der genauen Lokalisation von Eiterherden und Entzündungshöhlen können frühere komplikationsreiche Verfahren verlassen werden.

Die erste Lobektomie, die die technischen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Operation schafft, wird auf Grund einer Röntgendiagnose durchgeführt (Davies). Erst sie klärt die Diagnose und verschafft präoperativ den notwendigen Einblick in die intrathorakalen Verhältnisse. Frühere Operationen von Heidenhain, Gluck und Kümmel können nur als Vorläufer betrachtet werden, da es ihnen nicht gelingt den Bronchusstumpf sicher zu verschließen.

Die entscheidende Bedeutung und die Wirkungsweise der postoperativen, geschlossenen Pleuraraumdrainage wird durch Röntgenaufnahmen nachgewiesen. Die sichtbare Wirksamkeit trägt wesentlich zu ihrer Verbreitung bei (Brunn). Eine Arbeit von Bülow, der bereits 1875 die Unterwasserdrainage zur Behandlung von Pleuraempyemen anwendet, hatte ohne Röntgendiagnostik keinen Einfluß auf die weitere Entwicklung gehabt (59).

1933 kann Rienhoff durch postoperative Röntgenbilder zeigen, daß seine Technik des Bronchusverschlusses nach Pneumonektomie eine Nahtinsuffizienz verhindert. Für die weitere Entwicklung der chirurgischen Technik hat die postoperative Röntgenkontrolle eine entscheidende Rolle gespielt.

Durch die Stereoskopie ist der therapeutisch wirksame Einsatz der extrapleurale Pneumolyse möglich (Mayer).

Mit der Einführung der Tomographie wird die chirurgische Lungendiagnostik wesentlich verbessert. Besonders bei Operationen wegen Lungentuberkulose und Lungentumoren wird eine bessere Diagnostik, strengere Indikationsstellung und genauere Lokalisation erreicht. Die Differentialdiagnose der auf dem Nativbild sichtbaren Veränderungen wird erheblich

verbessert, wodurch die chirurgische Therapie erfolgreicher wird. Fälle, die eine Probethoraktomie erforderlich machen, können eingeschränkt und mit größerer Sicherheit festgestellt werden.

Die Topographie des Lungengefäßsystems wird mit Hilfe der Schichtuntersuchung geklärt und schafft so die anatomischen Grundlagen für die Segmentresektion.

Die Bronchographie erlaubt zum ersten Mal genaue Aussagen über pathologische Prozesse des Bronchialsystems. Mit ihrer Hilfe können Fragen über die Physiologie und Pathophysiologie der Atemmechanik geklärt werden, die großen Einfluß auf die thoraxchirurgische Diagnostik und Therapie hatten (Vieten). Bei der Durchführung der ersten Pneumonektomien wird die Diagnose und die Operationsindikation durch bronchographische Untersuchungen festgelegt. Auf dem Gebiet der chronischen Lungenerkrankungen werden neue Erkenntnisse über den Krankheitsverlauf und seine Lokalisation durch Bronchographie gewonnen. Sie ermöglicht den gezielten Einsatz neuer Operationstechniken. Die Heilungsergebnisse bei Bronchiektasen und Lungenabscessen werden dadurch wesentlich verbessert. Die Diagnostik des Bronchialcarcinoms wird wesentlich bereichert, so daß die chirurgische Therapie früher und mit besseren Erfolgsaussichten einsetzen kann.

Die Angiographie leistet einen wesentlichen Beitrag zur Differenzierung der Hilusstrukturen auf dem Röntgenbild. Durch angiographische Untersuchungen kann die Topographie der Segmentarterien geklärt werden und die Chirurgie der Segmentresektion auf exakte anatomische Grundlagen gestellt werden. Mit Anwendung der selektiven Lungenangiographie können wichtige funktionsdiagnostische Aussagen gemacht werden. Vor Eingriffen zur Lungenresektion oder Decortication kann jetzt zwischen reversibel und irreversibel geschädigtem Lungengewebe unterschieden werden. Für den Chirurgen bedeutet das, daß funktionsfähiges Lungengewebe erhalten werden kann. In vielen Fällen kann durch die Angiographie

die Inoperabilität eines malignen Processes nachgewiesen werden. Die Indikationen zu den verschiedenen Resektionsverfahren können genauer gegeneinander abgegrenzt werden.

Die Flächenkymographie ist ein Röntgenverfahren, das seine Bedeutung besonders dem Münchener Röntgenologen Stumpf verdankt. Bei der Planung der Lungenkollapsoperationen hat es Entscheidendes geleistet. Es macht die funktionellen Auswirkungen der pathologischen Veränderungen im Thoraxinnern sichtbar und klärt ihre Bedeutung für die Atemmechanik. Durch flächenkymographische Untersuchungen werden die Anwendungsbereiche für die Lungenkollapsmaßnahmen gegeneinander abgegrenzt und die Voraussetzungen für ihren wirksamen Einsatz festgelegt.

Die Elektrokymographie dient ebenfalls der röntgenologischen Bewegungsanalyse. Ihre thoraxchirurgische Bedeutung liegt besonders in neuen Erkenntnissen bei der Differentialdiagnose von tumorverdächtigen Lungenverschattungen. Bei hilusnahen Bronchialcarcinomen gelingt der Nachweis eines "Pulsationsstops". Da er als pathognomonisch für das hilusnahe Bronchialcarcinom anzusehen ist, ist sein Nachweis, der sehr früh gelingt, für die chirurgische Therapie von großer Bedeutung. Durch die Kombination von Flächen- und Elektrokymographie wird die Differentialdiagnose zwischen Hilustumor, Mediastinaltumor und Herz- oder Aortenaneurysma verbessert. Da die Untersuchung keinen Eingriff darstellt, ist sie besonders bei nachfolgender Operation von Vorteil.

Das Pneumomediastinum, das heute nur selten zur Anwendung kommt, hat besonders zur Abklärung mediastinaler Tumoren beigetragen. Für die chirurgische Diagnostik von Thymustumoren hat es neue Kenntnisse gebracht. In der Lungenchirurgie ist die Darstellung und Differenzierung der mediastinalen Organe von großer Wichtigkeit, da dadurch die Frage der Operabilität eines malignen Lungentumors geklärt werden kann. Die gute Lokalisierbarkeit der Mediastinalgeschwülste durch das Pneumomediastinum verbessert die Diagnosestellung und erleichtert vielfach das Vorgehen des Chirurgen.

Die dargestellte Entwicklung zeigt deutlich, daß die Einflüsse der Röntgenologie auf die Thoraxchirurgie von der Schaffung neuer Operationsverfahren bis zur postoperativen Erfolgskontrolle reichen und an den Fortschritten der Thoraxchirurgie einen wesentlichen Anteil haben. Der Einsatz der modernen Thoraxchirurgie, wie er dargestellt wurde, ist ohne Mitwirkung der Röntgenologie nicht denkbar.

3. Die Frage, ob die Thoraxchirurgie die Entwicklung der Röntgenologie beeinflußt hat, muß eindeutig bejaht werden. Einer der Gründe hierfür liegt in der frühen und sehr ausgiebigen Anwendung der Röntgenologie durch die Chirurgie. "Während zunächst ein paar Jahre vergehen mußten, ehe die innere Medizin daran denken konnte, sich die Entdeckung der Röntgenstrahlen für ihre diagnostischen Zwecke nutzbar zu machen, war es gleich von vornherein sicher, daß die Chirurgie in allererster Linie den größten Anteil einheimen würde." (Köhler, 1911 (207)).

Die Entwicklung der Thoraxchirurgie ist von vielen Faktoren abhängig gewesen. Neben den Einflüssen und Erkenntnissen durch die Röntgenologie, sind es vor allem die Operationstechniken, die Narkoseverfahren und die Entwicklung der Antibiotika, die den Fortschritt der Thoraxchirurgie mitbestimmen. Bei Tierexperimenten wurden neue Operationsverfahren erprobt und ihre Ergebnisse oft kritiklos auf den Menschen übertragen ¹⁾. Die Einführung der Überdruckmaske zur Beatmung und der späteren endotrachealen Intubation führt zu einer starken Frequenzzunahme thoraxchirurgischer Eingriffe. Mit der Einführung der Chemotherapeutika und Antibiotika werden Lungenresektionen vor allem bei Tuberkulose in größerem Umfang möglich.

1) Eröffnet man z.B. die Pleurahöhle des Hundes entsteht sofort ein doppelseitiger Pneumothorax, da das dünne Mediastinum einreißt. Beim Menschen hingegen ist die mediastinale Pleura fester und verhindert ein spontanes Einreißen nach Ausbildung des offenen Pneumothorax.

Die gesteigerte Frequenz thoraxchirurgischer Eingriffe zeigt neue Probleme und Möglichkeiten auf. Es kommt zu einer Verfeinerung der Operationstechniken, die eine Verbesserung der Diagnostik erfordern. Hier findet im Lauf der Entwicklung eine intensive Zusammenarbeit zwischen Röntgenologen und Chirurgen statt.

Der Aufschwung der Thoraxchirurgie und die Entwicklung der Röntgenoskopie beginnen beide in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts. Um die Aussagefähigkeit des Röntgenbildes zu erhöhen, werden sehr schnell die Verstärkerfolie, die Glühkathodenröhre und der Strichfocus entwickelt. Doch reicht der Informationsgehalt der Thoraxübersichtsaufnahme für spezielle Fragestellungen der Chirurgie bald nicht mehr aus.

So wurden für die Fremdkörperentfernung, dessen Lage und Tiefe dem Chirurgen bekannt sein muß, besonders während dem 1. Weltkrieg viele stereoskopische Verfahren entwickelt. Die Chirurgie hatte ein großes Interesse an der röntgenologischen Lokalisation von Fremdkörpern im Thoraxraum. Mit den herkömmlichen Methoden war es nur in äußerst seltenen Fällen möglich gewesen deren Lage genau festzulegen. Die Kranken verstarben in der Regel an den durch die Fremdkörper verursachten Lungeneiterungen. Gerulanos berichtet 1898: "Freilich, die Erfahrung lehrt, daß in diesen Fällen die Prognose eine viel schlechtere ist. Die vermuteten Fremdkörper werden meistens nicht gefunden, und das Resultat der Operation ist ein ungünstiges. Nach Tuffier wurden von 11 operirten Fällen 10mal die Fremdkörper nicht gefunden." (132) ¹⁾

Für die darauffolgende Entwicklung der Röntgenschichtaufnahme läßt sich ein unmittelbarer Einfluß der Chirurgie nicht nachweisen. Aus den Arbeiten der Wegbereiter dieses Verfahrens ist vielmehr zu entnehmen, daß es vornehmlich Röntgenologen waren, die ein Verfahren suchten, mit dem störende Objektschatten und Überlagerungserscheinungen verhindert werden können.

1) Es handelt sich ausnahmslos um intrapulmonal gelegene Fremdkörper.

In den ersten Jahren werden die Möglichkeiten der Tomographie überschätzt. Durch Vergleiche mit den Operationsbefunden am Thorax gelingt es die Aussagefähigkeit des Tomogramms abzugrenzen und die Kriterien für eine gezielte Anwendung zu schaffen. Der Operationssitus zeigt Chirurgen und Röntgenologen, daß die differentialdiagnostische Aussage des Schichtbildes im wesentlichen auf Kavernen, Cysten, Kalkeinlagerungen, Einschmelzungen und Fremdkörper beschränkt ist. Erst die gemeinsamen Anstrengungen von Chirurgie und Röntgenologie machen die Schichtuntersuchung zu einer aussagekräftigen Untersuchungsmethode.

Die Entwicklung der Bronchographie wird maßgeblich durch die Möglichkeiten der damaligen Thoraxchirurgie mitbestimmt. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle beschränkte sich die chirurgische Therapie auf Eingriffe bei akuten und chronischen Lungeneiterungen. Unter diesen galt das Interesse des Chirurgen vor allem den Bronchiektasen und dem Lungenabszeß. Es werden deshalb schon früh Versuche unternommen das Bronchialsystem darzustellen. Die Entwicklung der Bronchoskopie durch Kirstein (1895) und Killian (1896) ist sicher als begünstigender Faktor anzusehen.

Durch den Ausbau der chirurgischen Technik werden auch Lungenresektionen beim Bronchialcarcinom möglich. Vorbedingungen für eine erfolgreiche Operation sind die frühe und exakte Diagnostik. Von den Röntgenverfahren wird zu diesem Zweck auch die Bronchographie sehr häufig eingesetzt. Die diagnostischen Forderungen der Chirurgie bedingen einen Ausbau der Methode durch den Röntgenologen. Da in den Anfängen der chirurgischen Carcinomtherapie die Frage der Operabilität oft zu wenig beachtet wird (Frey (121)), führen die erlittenen Mißerfolge besonders zur Klärung der Aussagefähigkeit der Bronchographie (374). Um die diagnostischen Aussagen der Bronchographie bei der Beurteilung der Operabilität von Bronchialcarcinomen zu erweitern, wird von Liebschner und Vieten das Veratmungsbronchogramm eingeführt (229). Als

Ergebnis der von vielen Autoren durchgeführten Untersuchungen ist festzuhalten, daß die Bronchographie alleine eine sichere Beurteilung der Operabilität nicht ermöglicht hat.

Die Grundlagen für die Lungenangiographie werden zu einer Zeit (1929) geschaffen, in der die Thoraxchirurgie die große Bedeutung des Verfahrens noch nicht erkennen kann. Viele Fragen über die Physiologie der Brustorgane liegen damals noch im Dunklen. Das Ziel Forssmann's war es mit neuen Methoden zu ihrer Klärung beizutragen. Über die Motivation zu seinen Versuchen schreibt er 1954: "Wohl war die morphologische Röntgendiagnostik der Brustorgane, auf die sich damals ihre Chirurgie stützen mußte, eingehend und genau. Doch konnte sie ebensowenig wie die anderen Untersuchungsmethoden sichere Aufschlüsse über Funktion und Funktionsänderungen geben. In Erkenntnis dieser Notwendigkeit wurde 1929 die Herzsondierung erdacht und zunächst hinsichtlich ihrer Ungefährlichkeit erprobt." (115) Aus diesen Worten geht hervor, daß Forssmann durch seine Versuche die weitere Entwicklung der Thoraxchirurgie fördern wollte, indem er die Röntgendiagnostik ausbaute.

Zur Einführung der selektiven Lungenangiographie hatten sich die Verhältnisse bei beiden Disziplinen genau umgekehrt: "Diese regionale Funktionsanalyse (durch die selektive Lungenangiographie) erschien uns besonders dringlich, als die Herz- und Lungenchirurgie ihre operationstechnischen Probleme weitgehend gelöst hatte und ihre Indikationsstellung immer weiter ausdehnte. ... Die Lungenresektionen machten die funktionelle Analyse zur prä- und postoperativen Kontrolle des rechten Herzens und des kleinen Kreislaufs dringlich. Darüber hinaus forderte die Anwendung sparsamer Segmentresektionen eine Ausweitung der funktionellen Diagnostik bis in die Peripherie der Lungenstrombahn." (Bolt, Forssmann, Rink 1957 (35)).

Die chirurgisch-technischen Probleme sind zu diesem Zeitpunkt weitgehend gelöst, so daß es nun darauf ankommt durch

präoperative Röntgenuntersuchungen eine möglichst genaue Indikationsstellung zu erreichen. Mit der selektiven Lungenangiographie hat die Radiologie eine Untersuchungsmethode entwickelt, die diese Forderungen erfüllt und dann ihrerseits tiefgreifende Auswirkungen auf die Lungenchirurgie zeigt.

Der Entwicklung der Flächen- und Elektrokymographie lag der Wunsch nach einer verbesserten röntgenologischen Herzdagnostik zu Grunde. Ein Einfluß der Chirurgie zur Schaffung beider Verfahren ist nicht nachzuweisen. Ihre Anwendung in der Röntgenologie blieb aber nicht auf das Herz beschränkt, sondern wurde auch bei Lungenerkrankungen eingesetzt. Hier lieferte die Flächenkymographie dem Chirurgen wesentliche Gesichtspunkte für die Indikation zu kollapstherapeutischen Maßnahmen. Um die diagnostische Aussagefähigkeit beider Verfahren voll ausschöpfen zu können, wurden sie bei der Thoraxdiagnostik zusammen angewandt. Durch die gezielte Anwendung und die exakte Untersuchung der Ergebnisse beider Verfahren schafft sich die Röntgenologie eine Möglichkeit Veränderungen des Herzens und der großen Gefäße von Tumoren des Mediastinums und der Lunge zu unterscheiden.

Die Mediastinographie, die den Vorläufer des Pneumomediastinums darstellt, ist von einem Thoraxchirurgen entwickelt worden. "Der weitere Ausbau des Verfahrens ist dem Röntgenologen vorbehalten." (290) schreibt Rehn bei der Veröffentlichung seines Verfahrens. Es wird jedoch bald verlassen und das Pneumomediastinum tritt an seine Stelle. Es wird erstmals 1935 von Condorelli angegeben, um eine exakte Röntgendiagnostik der Mediastinalorgane zu ermöglichen. Der Röntgenologe konnte zu jener Zeit nur wenige Aussagen über pathologische Veränderungen im Mediastinum machen, da es mit den Mitteln der damaligen Röntgentechnik nur schwer zugänglich war. Die Bemühungen der Radiologie hier eine verbesserte Diagnostik zu schaffen haben in der Chirurgie wenig Anklang gefunden. Heute ist das Untersuchungsrisiko des Pneumomediastinums durch die Untersuchungen vieler Röntgenologen (346) und seine Indikation

bei der chirurgischen Diagnostik geklärt. Das Pneumomediastinum stellt somit eine Methode dar, die sich gegen den Widerstand von chirurgischer und auch röntgenologischer Seite durchzusetzen begann, bevor es durch die Mediastinoskopie und Angiographie verdrängt wurde.

Die Darstellung zeigt, daß die Radiologie der Thoraxchirurgie wesentliche Impulse verdankt, die zur Einführung oder Ausarbeitung neuer Untersuchungsmethoden führen. Es ist aber auch herausgestellt, daß die Röntgenologie ohne direkten Einfluß der Lungenchirurgie zu Verfahren gelangt, die die Diagnostik vor dem chirurgischen Eingriff verbessern.

ZUSAMMENFASSUNG

An Hand der Literatur werden die entwicklungsgeschichtlichen Wechselwirkungen zwischen der Lungenröntgenologie und der Lungenchirurgie dargelegt. Die wechselseitigen Beziehungen beider Disziplinen zueinander werden aufgezeigt. Die dadurch in beiden Wissenschaften erreichten Fortschritte werden nachgewiesen. Die verwendete Literatur bietet einen Überblick über die Entwicklung der Thoraxröntgenologie und der Lungenchirurgie. Es war Ziel der Arbeit die Entwicklung der röntgenologischen Lungendiagnostik darzustellen und ihre Bedeutung für die Fortschritte der Lungenchirurgie von anderen Einflüssen abzugrenzen. Die Ergebnisse werden in den einzelnen Kapiteln herausgestellt und in der Diskussion einer zusammenfassenden Beurteilung unterzogen.

LITERATURVERZEICHNIS
(zugleich Namensverzeichnis)

1. Abreu, M. De : Roentgenfotografia. Processo e Aparello. Tuberculose Pulmonar. Cadastro Social. Radiografia e Radioscopia. Roentgenfotografia Coletiva. Rev.Ass. Paul. Med. 6 (1936)
2. Ackerknecht, E.: Kurze Geschichte der Medizin. 1.Aufl. Stuttgart 1967
3. Albers-Schönberg, H.E.: Röntgentechnik. 3.Aufl. Hamburg 1910
4. Allgöwer, M.: Allgemeine und spezielle Chirurgie. 2.Aufl. Berlin 1973
5. Ameuille, P., G.Ronneause, V.Hinault, H.Degrez und J.M.Lemoine: Remarques sur quelques cas d'arteriographie pulmonaire chez l'homme vivant. Bull.Sc.Méd., Paris 52 (1936): 729
6. Amisano, P.: La stratigraphia assiale trasversa. Genua 1947
7. Anacker, A.: Röntgendiagnostik des Lungenkrebses. Thoraxchirurgie und vaskuläre Chirurgie 10 (1962): 119
8. Arnsberger, H.: Über die sogenannten Hiluszeichnungen der Lungen. Leipzig V. VII., 9. 41
9. Aschoff, L. und P. Diepgen: Kurze Übersichtstabelle zur Geschichte der Medizin. 6.Aufl. Berlin 1945
10. Assmann, H.: Das anatomische Substrat der normalen Lungenschatten im Röntgenbilde. Fortschr. Röntgenstr.17 (1911): 141
11. Assmann, H.: Die klinische Röntgendiagnostik der inneren Erkrankungen. Leipzig 1924
12. Assmann, H.: Beiträge zur Röntgendiagnostik der latenten, bzw. inzipienten Lungentuberkulose. Fortschr.Röntgenstr.18 (1912): 27

13. Abreu, M. De : Tomografia horizontal do Thorax.
Radiologia 7 (1944): 223
Zbl. Radiol. 28 (1947): 439
14. Auenbrugger, L.: Erfindung, mittels des Anschlagens an den Brustkorb verborgene Brustkrankheiten zu entdecken.
Nachdruck Südhoff's Klassiker Nr.15 Leipzig 1912
15. Babcock, W.W.: The operative Treatment of Pulmonary Tuberculosis. Report of Excision of over one Half of the Right Lung. J.A.M.A. 50 (1908): 1263
16. Baccaglini, M.: Il pneumomediastino per via extra-peritoneale con particolare riguardo ai grossi vasi.
Radiol. med. 37 (1951): 772
17. Baccaglini, M.: Pneumomediastin par voie rétropéritoneale.
J. radiol. 32 (1951): 753
18. Baese, M.: Der Radiosterometer Baese und eine neue Methodik zur Lokalisation von Fremdkörpern durch Röntgenstrahlen. Radiol. med. (1915): 314
19. Balmes A. und A. Thévenet: Le pneumomédiastin par voie rétroseiphoidienne. Poumon (1954): 385
20. Bariéty, M.: Das künstliche Pneumomediastinum. 37. Tag. DRG München 1955: 51
21. Bartelink, D.L.: Einrichtung zur Bildherstellung mittels Röntgenstrahlen. Schweizer Patentschrift 30 (1931/32):1559
22. Bartelink, D.L.: Röntgenschnitte. Fortschr.Röntgenstr.47 (1933): 399
23. Becker, J., H.M.Kuhn, W.Wenz und E.Willich: Radiologie und Strahlenschutz. Berlin 1972
24. Béclère, A.: Les rayons de Röntgen et le diagnostic de la tuberculose. Paris 1899
25. Bellucci, B.: Tentativi di broncografia endovenosa.
Zbl. Radiol. 23 (1936): 478

26. Bernard, C.: Lecons de Physiologie opératoire.
Paris 1879
27. Bétoulières, P., R.Paleirac und A.Thévenet: Le pneumo-
médiastin par voie exo-péritonéale. Presse méd. 60
(1952): 1796
28. Biondi, D.: Extirpatione del Pulmo in Sequito a Tuber-
culosi Sperimentale Localizzata. Giorn. Internat. delle
Sc.Med. u.s. 8 (1884): 736
29. Blalock, A. und H.Taussig: The Surgical Treatment Of
Malformations Of The Heart In Which There Is Pulmonary
Stenosis Or Pulmonary Atresia. Journal of the American
Medical Association 128 (1945): 189
30. Bloedner, C.-D.: Die mehrdimensionale Verwischung im
Schichtbild der Lunge. Stuttgart 1964
31. Bloch, M.H.: Experimentelles zur Lungenresection.
Dtsch. Med. 7 (1881): 634
32. Boas, H. und M.Levy-Dorn: Zur Diagnostik von Magen- und
Darmkrankheiten mittels Röntgenstrahlen. Dtsch. med.
Wschr. 2 (1898): 18
33. Bocage, A.E.M.: Procédé et dispositifs de radiographie
sur plaque en mouvement. Franz.Patentschrift No.536.464
1922
34. Bohlig, H.: Thorax. Stuttgart 1970
Band I: röntgen. wer? wie? was? Glauner, Rolf, Stuttgart
1970
35. Bolt, W., W.Forssmann und H.Rink: Selektive Lungen-
angiographie in der präoperativen Diagnostik und in der
inneren Klinik. Stuttgart 1957
36. Bolt, H. und H.Rink: Selektive Angiographie der Lungen-
gefäße bei Lungentuberkulose. Schweiz. Z. Tuberk. 8
(1951): 380

37. Bolt, H. und H.Rink: Zur Situation und Problematik der chirurgischen Behandlung der pulmonalen Phtise.
Münch. med. Wschr. 94 (1952): 1549
38. Bolt, W. und O.Zorn: Selektive Angiographie der Lungen-
gefäße bei operativ zu behandelnder Lungentuberkulose.
33. Tagung Dtsch. Röntgengesellschaft Baden-Baden 1951
Fortschr. Röntgenstr., Beiheft 76 (1952): 49
39. Bolt, W., A.Stanischeff und O.Zorn: Die selektive
Angiographie der Lungengefäße. Münch. med.Wschr. 93
(1951): 305
40. Bolt, W. und H.Rink: Selektive Angiographie der Lungen-
gefäße bei Lungentuberkulose. Schweiz.Zschr.Tbk. 8
(1951): 380
41. Bolt, W., H.W.Knippling und H.Rink: Praktische Herz-
und Lungenfunktionsfragen in der Lungenchirurgie.
Münch.med.Wschr. 95 (1953): 392
42. Both, E.: Ein vereinfachter Tomograph. Münch.med.
Wschr. 51 (1936): 2109
43. Bouchard, M.: Les Rayons de Roentgen appliqués au
diagnostic de la tuberculose pulmonaire. Comptes
rendus 123 (1896): 1902
44. Bouchard, M.: La pleurésie de l'homme étudiée à
l'aide des rayons de Roentgen. Comptes rendus 123
(1896): 967
45. Bozzetti, A.: Realizzazione della stratigrafia secondo
il concetto Vallebona, Ziedses des Plantes.
XI. Congr. Naz. Radiol. Med. Perugia. Sept.1934
46. Boyden, E.A.: Segmental anatomy of the lungs.
New York 1955
47. Boyden, E.A.: A synthesis of the prevailing pattern
of the bronchopulmonary segments in the light of their
variations. Diss. Chest 15 (1949): 657

48. Brauer, L.: Der therapeutische Pneumothorax.
Dtsch.med.Wschr. 32 (1906): 652
49. Brauer, L.: Exakte Diagnose der Pléuratumoren resp.
Pleurametastasen. Dtsch.med.Wschr. 37 (1912): 1768
50. Brauer, L.: Die Ausschaltung der Pneumothoraxfolgen
mit Hilfe des Überdruckverfahrens. Mitteil a.d.
Grenzgeb. d. Med. u. Chir. 13 (1904): H.3.
51. Brauer, L. und O.H.Petersen: Über eine wesentliche
Vereinfachung der künstlichen Atmung nach Sauerbruch.
Zschr. f.physiol. Chem. 41 (1904) H.4
52. Brout, G., J.Marché, J.Chrétien und T.Hugues: Les
Lymphosarcomes pulmonaires isolés. Journ. francais
med. chirurgie thorac 17 (1963): 342
53. Brückner, H.: Die transcutane Bronchographie mittels
einer verbesserten Injektionsnadel. Zbl. Chir. 75
(1950): 1641
54. Brunn, H.: Surgical Principles Underlying One-Stage
Lobectomy. Arch. Surg. 18 (1929): 490
55. Brunn, H.: Surgical Principles Underlying One-Stage
Lobectomy. Arch. Surg. 18 (1929): 490
56. Brunner, A.: Chirurgie der Lungen und des Brustfelles.
Med. Praxis 26 (1938)
57. Brunner, A.: Die chirurgische Behandlung der Bronchus-
tuberkulose. Zschr. Tbk 93 (1949): 72
58. Brunner, W. und E.Tanner: Über die chronische Pneumonie.
Schw.Z.Tuberk. 16 (1959): 142
59. Bülow, G.: Für die Heber-Drainage bei Behandlung des
Emphysems. Zschr.klin. Med. 18 (1891): 31
60. Burrell, L.S.T. und R.R.Trail: A case of fibroma of
the bronchus. Lancet 213 (1927): 1180
61. Camp de la, O.: Das anatomische Substrat der sog.
Hiliuszeichnung im Röntgenbilde. Physikal. med.
Monatshfte 7, 1904

62. Cannon, P.R.: The mechanical factors of digestion.
London 1911
63. Capani, L.: Le pneumomédiastin artificiel au point de
vue diagnostique et thérapeutique. Presse méd. (1937):
1745
64. Caputi, G.: Il pneumomediastino artificiale Influenza
sulla ernia e suglo sportamenti mediastinici in corso
di pneumotorace terapeutico. Minerva med. 27 (1936): 153
65. Carson, J.: Essay Physiological and Practical.
Liverpool 1822
66. Carvalho, L. de, E.Moniz und A.Lima: L'angiopneumo-
graphie et son application dans la tuberculose pulmonaire.
La Presse méd. 40 (1932): 1098
67. Carvalho, L. de und E.Moniz: Visibility of the pulmonary
vessels (Angiopneumography). Acta radiol., Stockholm 14
(1933): 433
68. Cérenville, E. de: De la résection des côtes dans le
traitement des excavations et des fistules consécutives
à la pleurésie purulente d'après des observations
inebités. Revue médicale de la Suisse romande, Genève
1886
69. Chamberlain, W.E.: Roentgen elektrokymography.
Acta radiol. 28 (1947): 847
70. Chaoul, H. und G.Grossmann: Verfahren und Einrichtung
zur röntgenographischen Darstellung einer planparallelen
Körperschicht. Fortschr. Röntgenstr. 52 (1935)
71. Chaoul, H.: Ein neues Röntgenuntersuchungsverfahren zur
Darstellung von Körperschichten und seine Anwendung in
der Lungendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr. 52 Kongr.H.
(1935): 28
72. Chaoul, H.: Eine neue Röntgenuntersuchungsmethode in
der Lungendiagnostik. Dtsch. med. Wschr. 61, (1935): 700

73. Chaoul, H.: Über die Tomographie und insbesondere ihre Anwendung in der Lungendiagnostik. Fortschr. Röntgenstr. 51 (1935): 342
74. Chaveau und Marey: Contes rendues des sciences et mémoires de la Société biologique. Paris 4 (1862):151
75. Churchill, E.D.: The Surgical Treatment of Carcinoma of the Lung. Journal of Thoracic Surgery 2 (1932-33): 254
76. Churchill, E.D.: Primary carcinoma of the Lung. J.Amer.Med.Ass. 137 (1948): 455
77. Churchill, E.D.: Lungenresektion. Surgery 8 (1940): 961
78. Churchill, E.D. und R.Belsey: Segmental Pneumonectomy in Bronchiectasis. Anals of Surgery 109 (1939): 481
79. Churchill, E.D. und R.Klopstock: Lobectomy for Pulmonary Tuberculosis. Am.Surg. 117 (1943): 641
80. Churchill, E.D., R.H.Sweet, J.G.Scanell und E.W.Wilkins: Further studies in the surgical management of carcinoma of the lung. J.thorac. Surg. 36 (1958): 301
81. Ciarla, E.: Piccole iniezioni epidurali e peridurali di aria. Buona tolleranza, effetti terapeutici, tentativi di utilizzazione a scopo diagnostico. Riv.psicopat. 68 (1940): 229
82. Cignolini, P.: Nuovo methodi di chimografia. Riv. radiol. (v.V.1^o) 1931
83. Cignolini, P.: Die Röntgenkymographie mit unterbrochenem Schlitz. Fortschr.Röntgenstr. 49 (1934)
84. Cocchi, U.: Retropneumoperitoneum und Pneumomediastinum. Fortschr.Röntgenstr. Ergänzungsband 79, 1957
85. Cohen, B.: Bronchography by crico-thyreoid puncture. J.Laryng.Otol. 66 (1952): 576
86. Condorelli, L., A.Francaviglia, O.Catalano, A.Capua und G.Caputi: Il pneumomediastino anteriore diagnostico. Radiol.fisico med. (1935): 163

87. Condorelli, L.: Il pneumo-mediastino artificiale. I. Ricerche anatomiche preliminari. Tecnica delle iniezioni nelle loggie mediastiniche anteriore et posteriore. Minerva med. 27 (1936): 81
88. Conto, E. und A.Costa: Angiopneumographie. Fortschr.Röntgenstr. 47 (1933): 410
89. Cournand, A. und R.Richards: Pulmonary insufficiency. Discussion of a physiological classification and presentation of clinical tests. Amer.Rev.Tuberc.44 (1941): 26
90. Cournand, A. und H.A.Ranges: Catheterization of the right auricle in man. Proc.Soc.exp.Biol. (M.Y.) 46 (1941): 462
91. Cottenot, P.: Thoracic Seriescopy. Radiology 31 (1937): 1
92. Dahm, M.: Ergebnisse und Frage der Röntgenuntersuchung des Mediastinums. Fortschr.Röntgenstr. 72 (49/50): 521
93. Danelius, G.: Experimentelles über den Verlauf der oberen Lungengrenze im Röntgenbild. Fortschr.Röntgenstr. 40 (1929): 249
94. Daniello, L., V.Moisescu und P.Cuparescu: Die Bedeutung und Differentialdiagnose von Rundschaten mit Lufthaube. Z.Tuberk. 123 (1965): 235
95. Davies Morriston, H.: Recent Advances in the surgery of the lung and Pleura. The British Journal of Surgery 1 (1923): 228
96. Derra, E.: Handbuch der Thoraxchirurgie. Encyclopedia of Thoracic Surgery Berlin 1958
97. Dimitrow, M.: Schirmbildschichtphotographie. Fortschr. Röntgenstr. 65 (1942): 241
98. Dotter, C.T., J.Steinberg und C.W.Holmann: Lung cancer operability: Angiocardiographic studies of 53 consecutive proved cases of lung cancer. Amer.J.Roentgenol. 64 (1950): 221

99. Drewes, J.: Über die Bedeutung des histologischen Schnellpräparates in der modernen Lungenchirurgie. Chirurg 23 (1952): 415
100. Doyen, E.L.: Chirurgie du Poumon. Cong.Fran.Chir. 104 (1895)
101. Esser, C.: Lungensegmente. Fortschr.Röntgenstr. 71 (1949): 395
102. Esser, C.: Topographische Ausdeutung der Bronchien im Röntgenbild. Stuttgart 1951
103. Esser, C.: Über hochgradige Schrumpfung ganzer Lungenlappen. Fortschr.Röntgenstr. 71 (1949): 28
104. Estlander, J.A.: Resection des côtes dans l'empyème chronique. Rev.Méd.Chir. 3 (1879): 885
105. Ferlinz, R.: Lungen- und Bronchialerkrankungen. Stuttgart 1974
106. Fischer, F.K.: Anästhesieprobleme bei der Bronchographie mit wasserlöslichen, viskösen Kontrastmitteln. Fortschr.Röntgenstr. 79 (1953): 581
107. Fischer, F.K.: Technik, Indikationen und Ergebnisse der Bronchographie mit wasserlöslichem viskösem Kontrastmittel (Joduron "B"). Schweiz.med.Wschr.80 (1950): 723
108. Fischer, L.: Die Anwendung einer vereinfachten Methode der Bronchographie zur Erkennung von Bronchial-Karzinomen. Röntgenpraxis 17 (1948): 34
109. Foreman, Sp., H.Weil, R.Duke, R.George und M.Ziskind: Bullous Disease of the Lung. Am.int.Med.107 (1961): 100
110. Forestier, J. und L.Leroux: Contrôle des injections intratrachéales par l'emploi de l'huile iodée et des rayons. X. Paris méd. 12 (1922): 403

111. Forlanini, C.: A contributione della Terapia della tissi. Ablazione del pulmone? Pneumothorace artificiale? Primo Caso di tisi pulmonaise monolaterale avanzata curato filicamente col pneumothorace artificiale. *Gaz.Op.* 68 (1882): 537
112. Forssmann, W.: Die Sondierung des rechten Herzens. *Klin.Wschr.* 8 (1929): 2085
113. Forssmann, W.: Über die Kontrastdarstellung der Höhlen des lebenden rechten Herzens und der Lungenschlagader. *Münch. med.Wschr.* 78 (1931): 489
114. Forssmann, W.: Die Methodik der Kontrastdarstellung der zentralen Kreislauforgane. *Arch.Klin.Chir.* 167 (1931): 787
115. Forssmann, W.: Geschichtliche Entwicklung und Methodik der Herzkatheterung; ihr Anwendungsgebiet unter besonderer Berücksichtigung der Lungenerkrankungen. *Langenbeck's Arch.u.Dtsch.Zeitschr.Chir.* 279 (1954/55): 450
116. Frommhold, W.: Die Bronchographie in Intubationsnarkose. *Fortschr.Röntgenstr.* 75 (1951): 419
117. Fränkel u. Lorey, A.: Das anatomische Substrat der sogenannten Hiluszeichnung im Röntgenbilde. *Fortschr. Röntgenstr.* 14 (1909): 155
118. Freedlander, S.O.: Lobektomy in Pulmonary Tuberculosis. Report of a Case. *J.Thoracic Surg.* 5 (1935): 132
119. Freund, W.A.: Der Zusammenhang gewisser Lungenkrankheiten mit primären Rippenknorpelanomalien. *Breslau* 1859
120. Frey, E.K.: Der Lungenkrebs. *Dtsch.med.Wschr.* 75 (1950): 29
121. Frey, E.K.: Rückblick und Ausschau in der Entwicklung der modernen Thoraxchirurgie. *Langenbeck's Arch.u. Dtsch.Z.Chir.* 276 (1953): 337

122. Frey, E.K.: Der Lungenkrebs. Dtsch.med.Wschr. 75 (1950): 29
123. Friedrich, P.L.: Die operative Beeinflussung einseitiger Lungenphtise durch totale Brustwandmobilisierung und Lungenentspannung (Pleuro-Pneumolysis totalis). Arch.klin.Chir. 87 (1908): 588
124. Gaillard: Appareillage pour stéréographies et toмоgraphies pulmonaires. Arch.életr.méd. (1937): 47
125. Garré, K. und H.Quincke: Grundriss der Lungenchirurgie. Jena 1903
126. Garré, K. und H.Quincke: Lungenchirurgie. Jena 1912
127. Garrison, F.H.: An Introduction To The History Of Medicine. Philadelphia - London 1961
128. Gaul, K.E. und W.Frommhold: Ein neues Hilfsmittel für die gezielte Bronchographie. Fortschr.Röntgenstr.77 (1952): 613
129. Gebauer, A.: Moderne Röntgenverfahren in: Erfolge und Grenzen der modernen Medizin. Frankfurt 1966
130. Gebauer, A. und A.Schanen: Das transversale Schichtverfahren. Stuttgart 1955
131. Gebauer, A. und F.Wachsmann: Geometrische Betrachtungen und technische Fragen zur Herstellung transversaler (horizontaler) Körperschichtaufnahmen. Röntgen-Bl.2 (1949): 215
132. Gerulanos, M.: Ueber den jetzigen Stand der Lungenchirurgie. Dtsch.Zschr.Chir. (Leipzig) (1898): 312
133. Glasser, O.: Wilhelm C. Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen. Berlin 1959
134. Gluck, T.: Experimenteller Beitrag zur Frage der Lungenexstirpation. Berliner klin.Wschr. 18 (1881): 645
135. Gluck, T.: Die Entwicklung der Lungenchirurgie. Verh.Kong.Inn.Med. 19 (1901): 478

136. Gluck, T.: Die Entwicklung der Lungenchirurgie.
Arch.klin.Chirurgie 38 (1907): 581
137. Gocht, H.: Lehrbuch der Röntgenuntersuchung zum
Gebrauche für Mediziner. Stuttgart 1898
138. Gött, Th. und J.Rosenthal: Über ein Verfahren zur
Darstellung der Herzbewegung mittels Röntgen-
strahlen. Münch.med.Wschr. 38 (1912)
139. Graeff, S. und L.Küpferle: Die Bedeutung des Rönt-
genverfahrens für die Diagnostik der Lungentuber-
kulose usw. Beitr.z.Klinik d.Tub. 44 (1920): 3
140. Graham, E.A.: Surgical Treatment of Bronchiectasis.
Arch.Surg. (Chicago) 6 (1923): 321
141. Graham, E.A. und J.J.Singer: Successful Removal of
an Entire Lung for Carcinoma of the Bronchus.
J.Amer.Med.Ass. 101 (1933): 1371
142. Griesbach, R. und F.Kemper: Röntgenschnittverfahren.
Stuttgart 1955
143. Grödel, F.M.: Das Thoraxbild bei zentraler und
excentrischer Röntgenprojektion. Fortschr.Röntgenstr.
20 (1916) H 6
144. Groedel, Th.: Die Technik der Röntgenkinematographie.
Dtsch.med.Wschr. 1913
145. Groedel, Th. und F.Grödel: Studien über den Ablauf
der Herzbewegung mittels kombinierten röntgenkine-
matographischen und elektrokardiographischen Auf-
nahmen. Dtsch.Arch.klin.Med. 1912
146. Grossmann, G.: Tomographie I und II. Fortschr.
Röntgenstr. 51 (1935): 61-80; 191-208
147. Govaerts, J.: Les tumeurs du poumon. J.chir.belge,
Rapp. (1938): 73
148. Grunmach, E.: Diagnose eines Tumors mittels Röntgen-
strahlen. Dtsch.med.Wschr. 35 (1898): 260

149. Haight, C.: Total Removal Of Left Lung For Bronchiectasis. Surgery, Gynecology and Obstetrics 58 (1934): 768
150. Hammer, F.: Über die theoretischen Grundlagen der Tomographie. Wien.med.Wschr. (1952): 623
151. Hanson, H.E.: Temporary unilateral occlusion of the pulmonary artery in man. A method for preoperative determination of the function of each lung. Acta chir.scand. Stockholm Suppl.187 (1954): 1
152. Harvey, W.: Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus. Frankfurt 1628
Übersetzung in: Klassiker der Medizin von K.Sudhoff, Leipzig 1910
153. Hasselwander, A. und Bruegel: Anatomischer Beitrag zur Frage nach der Lungenstruktur im Röntgenbilde. Fortschr. Röntgenstr. 17 (1911): 9
154. Hasselwander, A.: Beiträge zur Methodik der Röntgenographie. Die Teleröntgenographie. Fortschr.Röntgenstr. 19 (1912): 356
155. Haubrich, R.: Der heutige Stand der Elektrokymographie. Ergebn.inn.Med. 6 (1955): 640
156. Heckmann, K.: Ein Verfahren zur Untersuchung der Pulsationen des Herzens und anderer Organe mittels Röntgenstrahlen. Klin.Wschr.1 (1936): 13
157. Heckmann, K.: Über das Verfahren der Actinocardio-graphie. Klin.Wschr.1 (1936): 757
158. Heckmann, K.: Graphische Darstellung der Helligkeitsveränderungen des Leuchtschirmbildes des Herzens bei Mitralfehlern. Klin.Wschr.15 (1936): 928
159. Heckmann, K.: Moderne Methoden zur Untersuchung der Herzpulsationen mittels Röntgenstrahlen. Erg.inn. Med. und Kinderheilk. 52 (1937): 543

160. Heckmann, K.: Die Untersuchung der Herzpulsation mittels der Elektrokymographie und Phasenanalyse. Zschr.Kreisl.-Forschung 41 (1952): 2
161. Heckmann, K.: Elektrokymographie (Aktinokardiographie) und Phasenanalyse des Herzens. Fortschr. Röntgenstr. 76 (1952): 60
162. Heckmann, K.: Die rückläufigen Bewegungen in der Systole und Diastole des dilatierten Ventrikels. Untersuchungen mittels der Elektrokymographie und Phasenanalyse. Fortschr.Röntgenstr.76 (1952): 332
163. Heckmann, K.: Die systolische zentrifugale Pulsation der Ventrikel und ihr Nachweis mittels der elektrokymographischen Phasenanalyse. Fortschr.Röntgenstr. 76 (1952): 337
164. Heckmann, K.: Die Umformungen der Ventrikel während der Herzaktion. Untersuchungen mittels der elektrokymographischen Phasenanalyse. Fortschr.Röntgenstr. 76 (1952): 413
165. Heckmann, K.: Grundriß der Elektrokymographie. Stuttgart 1952
166. Heckmann, K.: Elektrokymographie. Berlin 1959
167. Hegglin, R.: Differentialdiagnose innerer Krankheiten. 12.Auflage Stuttgart 1972
168. Heidenhain, L.: Ausgedehnte Lungenresektion wegen zahlreicher eiternder Bronchiectasien in einem Unterlappen. Archiv für klinische Chirurgie 64 (1901): 891
169. Helferich, R.: Geschichte der Chirurgie. Leipzig 1905
170. Henny, G.C., B.R.Bonne und W.E.Chamberlain: The elektrokymograph: An apparatur for recording motion (for example, that of the heart border shadow). Fed.Proc., Dart. II (1946): 44

171. Henny, G.C. und B.R.Boone: Elektrograph for recording heart motion utilizing the roentgenoscope. Amer.J. Roentgenol. 54 (1945): 217
172. Herrnheiser, G.: Die Topik der Versorgungsgebiete der Lungenarterien und Bronchien erster Ordnung. Fortschr.Röntgenstr. 53 (1936): 251
173. Herrnheiser, G.: Die Röntgenanatomie der Lunge. Fortschr.Röntgenstr. 74 (1951): 623
174. Herrnheiser, G. und A.Kubat: Systematische Anatomie der Lungengefäße. Zschr.Anat.Entw.Gesch. 105 (1936): 571
175. Hildebrand, H. und W.Scholz: Sammlung von stereoskopischen Röntgenbildern: Das Arteriensystem des Menschen. Frakturen der unteren Extremität. Wiesbaden 1904
176. Hirsch, W.: Lungenkrankheiten im Röntgenbild. Leipzig 1957
177. Hofbauer, H.: Mechanik der Respirationsstörungen. Die paradoxe Zwerchfellaktion. Zbl.f.inn.Med. 26 (1905): 641
178. Hofbauer, H. und G.Holzknacht: Zur Physiologie und Pathologie der Atmung. Mitt.a.d.Labor.f.rad.Diag. Heft 2, Jena 1907
179. Holzknacht, G.: Röntgenologische Diagnostik der Erkrankungen der Brusteingeweide. Hamburg 1901
180. Ingequieros, S., A.Vago und E.Zanetti: Il pneumo-mediastino per via broncoscopica (Ricerche sperimentali). Radiol.med. 40 (1954): 468
181. Ivanou, G., B.Botev und L.Minkov: La tomokymographie. J.radiol. Bruxelles, 38 (1957): 944
182. Irmer, W. und K.Liebschner: Zur Frage der Bronchographie in Endotrachealnarkose. Zbl.Chir. 77 (1952): 1121

183. Jacksch, V. und Rothy: Die Pneumonie im Röntgenbilde. Hamburg 1908
184. Jacobaeus, H.C.: Über Laparo- und Thorakoskopie. Beitr.z.Klinik d.Tub. 25 (1912): 185
185. Jakobi, J., R.Janker und W.Schmitz: Kombination röntgenkinematographischer, ionometrischer und elektrokardiographischer Untersuchungen. Dtsch.Arch.Klin. Med. 172 (1931): 493
186. Jakobi, J., R.Janker und W.Schmitz: Untersuchungen mit dem gleichzeitig aufgenommenen Elektrokardiogramm, Röntgenkinomatogramm und Ionogramm. Klin. Wschr.10 (1931): 1264
187. Janker, R.: Die Röntgenkinematographie. Stuttgart 1939
188. Janker, R.: Röntgenologische Funktionsdiagnostik mittels Serienaufnahmen und Kinematographie. Wuppertal-Elberfeld 1954
189. Janker, R.: Anwendungsmöglichkeiten und Ergebnisse des Röntgenschnittverfahrens. Fortschr.Röntgenstr. 54 Kongr. H. (1936): 90
190. Janker, R.: Schirmbildtomographie. Zbl.inn.Med.63 (1942): 657
191. Janker, R.: Ein Universalschichtaufnahmegerät. Fortschr.Röntgenstr. 73 (1950): 253
192. Jehn, W. und R.Nissen: Pathologie und Klinik des Mediastinalempysems. Dtsch.Zschr.Chir. 206 (1927): 221
193. Kahn, F.: Perorale Tubagen mit und ohne Druck. Dtsch.Zschr.Chir. 1.Teil 76 (1905): 148; 2.Teil 78 (1905): 467; 3.Teil 81 (1906): 63
194. Kalocsay, v.P.: Ein Verfahren zur Untersuchung der Pulsation des Herzens und anderer Organe mittels Röntgenstrahlen. Klin.Wschr. 1 (1936): 310

195. Kalocsay, v.P.: Verfahren zur fortlaufenden Aufnahme der Herztätigkeit mittels Röntgenstrahlen an beliebig gewählten Einzelstellen des Herzens. Zschr. exper.Med. 89 (1933): 626
196. Keil, P.G. und D.J.Schissel: Differential diagnosis of unresolved pneumonia and bronchiogenic carcinoma by pulmonary angiography. J.thorac.Surg. 20 (1950): 62
197. Keil, W. und H.Vieten: Neue Gesichtspunkte für die Anaesthesie des Tracheobronchialsystems, insbesondere zur Bronchographie. Fortschr.Röntgenstr. 77 (1952): 409
198. Kieffer, J.: The Laminagraph and its Variations. Amer.J.Roentgend. 39 (1938): 497
199. Kieffer, J.: X-Ray device and method of technique. U.S.A. Patent Nr. 1954. 321 1929/34
200. Kienböck, K.: Auf einem Röntgensschirm beobachtete Bewegungen in einem Pneumothorax. Wiener klin.Wschr. 22 (1898)
201. Kingreen, O.: Röntgendiagnostik des Chirurgen. Leipzig 1955
202. Kirstein, A.: Autoskopie des Larynx und der Trachea. Berl.klin.Wschr. 32 (1895): 476
203. Kleemann, P.: Das heilende Messer. Darmstadt 1957
204. Knipping, H.W.: Ein einfacher Apparat zur exakten Gasstoffwechseluntersuchung in der Klinik und ärztlichen Praxis. Münch.med.Wschr. (1924): 553
205. Knipping, H.W.: Über die Funktionsprüfung von Atmung und Kreislauf. Beitr.Klin.Tbk.88 (1936): 503
206. Knipping, H.W.: Über die respiratorische Insuffizienz. Beitr.Klin. Tbk.89 (1937): 95
207. Köhler, A.: Das Röntgenverfahren in der Chirurgie. Berlin 1911

208. Koontz, A.: Congenital Cysts of the Lung.
Bull.Hopkins Hosp. 37 (1925): 340
209. Kourilsky, R. und M.Marchal: La contribution de la cinédensigraphie au diagnostic du cancer du poumon.
Presse méd. Paris 62 (1954): 1296
210. Kováts, F. und Z.Zseböck: Röntgenanatomische Grundlagen der Lungenuntersuchung. Budapest 1954
211. Krall, J.: Die thorakale Angiographie beim Bronchialcarcinom. Thoraxchirurgie 3 (1955): 121
212. Kramer, R. und A.Glass: Bronchoscopic Localization
213. of Lung Abscess. Annals of Otology, Rhinology and Laryngology 41 (1932): 1200
214. Kraus, R. und F.Strnad: Hat die Oesophaguskymographie eine präoperative Bedeutung für den Thoraxchirurgen? Thoraxchir. 3 (1955): 319
215. Kreel, L., L.M.Blendis und J.E.Piercy: Pneumo-mediastinography by the Transsternal Method.
Chir.Radiol. (Edinb.) 15 (1964): 219
216. Kreuzfuchs, S.: Die radiologische Untersuchung der Lungenspitzen. Das Hustenphänomen. Münch.med.Wschr. 2 (1912)
217. Krohn, K.H. und W.Baer: Zur Technik der Bronchographie und zur Diagnose des Bronchialcarcinoms. Fortschr.Röntgenstr. 63 (1941): 267
218. Krönlein, R.U.: Über die Lungenchirurgie. Berlin. klin.Wschr. 9 (1884): 129
219. Kubat, E.: Systematische Anatomie der Lungengefäße. Fortschr.Röntgenstr. 53 (1936): 178
220. Küpferle, P.: Das anatomische Substrat der sog. Hiluszeichnung im Röntgenbilde. Fortschr.Röntgenstr. Bd.17 (1911): 2

221. Laennec, A.: De l' auscultation médiate ou traité du diagnostic des maladies des poumons et du coeur. Paris 1819, 4.Auflage 1836
222. Lawson, D.: A Case of Pneumonectomy. BritMed.J.1 (1893): 1152
223. Lawson, D. und H.Crombie: Roentgenrays in the diagnosis of the lung disease. Lancet 2 (1903): 212
224. Lenarduzzi, G. und L.Olper: Tentativi di bronchografia coll' uroselectan. Atti.Soc.med.chir. Padoua 8 (1931): 259
225. Lenk, R., F.Haslinger und K.Presser: Diagnose von Erkrankungen der großen Bronchien nach Füllung mit Lipiodol. Klin.Wschr. (1925): 1533
226. Levy-Dorn, M.: Zur zweckmäßigen Untersuchung der Brust mittels Röntgenstrahlen und einige Ergebnisse. Dtsch.med.Wschr. 1900, Nr.35-37
227. Levy-Dorn, M.: Zur Untersuchung mit Röntgenstrahlen bei Lungenechinokokkus. Berl.klin.Wschr.Nr.20, 1899
228. Lian, C. und G.Minot: La radioélectrokymographie. Arch.mal.coeur Paris 39 (1946): 399
229. Liebschner K. und H.Vieten: Das Veratmungsbronchogramm, eine Möglichkeit zur Erfassung pathologischer Bifurkationsbewegungen. Fortschr.Röntgenstr. 76 (1952): 443
230. Lilienthal, H.: Pulmonary Resection for Bronchiectasis. Am.Surg. 75 (1922): 257
231. Link, R. und F.Strnad: Tumoren des Bronchialsystems. Berlin 1956
232. Lipschitz, M.: Über die Zunahme des Bronchuskarzinoms im letzten Jahrzehnt und die diagnostische Bedeutung der Bronchographie. Dtsch.med.Wschr. (1929): 1708

233. Lissner, J.: Das Verhalten der Lungengefäße beim Bronchialcarcinom. Elektrokymographische Untersuchungen. Fortschr.Röntgenstr. 89 (1958): 534
234. Lissner, J.: Flächen- und Elektrokymographie in der röntgenologischen Diagnostik der Mediastinal- und Lungenerkrankungen. Stuttgart 1962
235. Lissner, J.: Flächen- und Elektrokymographie bei Mediastinal- und Lungenprozessen. Radiologe 3 (1963): 295
236. Lissner, J.: Der Wert des Pneumomediastinums bei der Differentialdiagnose mediastinaler Erkrankungen. Fortschr.Röntgenstr. 91 (1959): 445
237. Lissner, J.: Das Pneumomediastinum nach Condorelli. Technik und Indikationen. Röntgen-BI.12 (1959): 373
238. Livraga, P.: Contributo alla conoscenza della struma ossea. Tecnica ed indicazioni della mediastinografia. Reforma med. 53 (1937): 642
239. Löffler, L.: Die Arteriographie der Lunge und die Kontrastdarstellung der Herzhöhlen am lebenden Menschen. Leipzig 1946
240. Löffler, L.: Die Methode der Kontrastdarstellung der Arteria pulmonalis und des rechten Herzens am lebenden Menschen und ihr voraussichtliches klinisches Anwendungsgebiet. Dtsch.Ztschr.Chir. 259 (1944): 342
241. Löffler, L.: Die Arteriographie der Lunge und die Kontrastdarstellung der Herzhöhlen am lebenden Menschen. Leipzig 1955
242. Löhr, H.H., W.Grill, H.Scholtze und P.Schölmerich: Beiträge zur Angiographie chirurgischer Lungenerkrankungen. Die Tuberkulose und ihre Grenzgebiete in Einzeldarstellungen Band 14 Berlin 1964

243. Löhr, B. und E.Soder: Diagnose und Operations-indikation bei solitären Rundherden der Lunge. Dtsch.med.Wschr. 78 (1953): 1186
244. Lorey, A.: Hydropneumoperitoneum. Verh.Dtsch. Röntgen-Ges. 8 (1912): 52
245. Lynak, H.L. und W.H.Stewart: Roentgenographic studies of bronchiectasis and lung abscess after direct injection of bismuth mixture through the bronchoscope. Am.Surg. 73 (1921): 362
246. Maassen, W.: Ein neues Prinzip für die Kontrast-mittelapplikation bei der Bronchographie: Der Doppelblockerkatheter. Fortschr.Röntgenstr. 80 (1954): 229
247. Macarini, M. und L.Oliva: L' insufflazione del mediastino anteriore e posteriore in patologia. Minerva med. 46 (1955): 980
248. Marchal, M.: De l'enregistrement des phénomènes radiologiques invisibles et en particulier, des pulsations des arterioles pulmonaires. Cinédensigraphic. Compt.rend.Acad.sc., Paris, 222 (1946):973
249. Marchal, M. und M.T.Marchal: Nouvelle méthode de cinédensigraphic étonnée parmettant le diagnostic différentiel du cancer des poumons. Compt.rend. Acad.sc., Paris, 233 (1951): 458
250. Marchal, M.: De l'enregistrement des pulsations invisibles du parenchyme pulmonaire ainsi que des pulsations cardiovasculaires par la cinédensigraphie. Arch.mal.coeur, Paris, 39 (1949): 268
251. Martinez, F.: Mediastinografia con medios de contraste. Sem.méd. (1934): 1363
252. Mayer, A.: Die Behandlung der kavernösen Phthise durch extra- und intrapleurale Pneumolyse. Dtsch. med.Wschr. 39 (1913): 2347

253. Mayer, K.: Radiologiczne rozpoznanie różniczkowe chorób serca i aorty. (Die radiolog. Differentialdiagnose des Herzens und der Aorta.) Krakau 1916
254. Mayer, K.: Die Behandlung der kavernösen Phtise durch extra- und intrapleurale Pneumolyse. Dtsch. med.Wschr. 39 (1913): 2347
255. Zit. nach Meade, R.H.: An Introduction to the History of General Surgery. Philadelphia 1968
256. Mednick, H., J.B.Schwedel und P.Samet: Elektrokymographic studies of the normal cardiac cycle. Circulation 2 (1950): 250
257. Megias Valesco, J.: Artificial anterior pneumomediastinum in the treatment of haemoptysis. Tubercle (1946): 95
258. Meltzer, S.J.: The respiratory changes of the intra thoracic pressure. Philadelphia 1892
259. Meltzer, S.J. und J.Auer: Continuous respiration without respiratory movements. Exper.Med. 11 (1909): 622
260. Métras, H.: Une sonde pour le cathétérisme des bronches du lobe supérieur. Presse méd. (1947): 198
261. Monaldi, V.: Die Kavernensaugdrainage nach den heutigen therapeutischen Richtlinien bei Lungentuberkulose. Z.Tbk. 93 (1949): 161
262. Moniz, E., L.De Carvalho und A.Lima: Radiographie des vaisseaux pulmonaires in vivo. Presse méd. 32 (1931): 592
263. Moniz, E., L.De Carvalho und A.Lima: La visibilité des vaisseaux pulmonaires aux rayons X par injection dans l'oreillette droite, de fortes, solutions d'iodure de sodium. Bull.acad.méd. Paris 105 (1931): 627

264. Montanari, A.: Zur Sondierung des Gefäßsystems. Bemerkungen zu den Arbeiten von Forssmann. Klin. Wschr. 9 (1930): 501
265. Morales, O. und H. Heiwinkel: A viscous, water-soluble contrast preparation. Acta radiol. 30 (1948): 257
266. Murphy, J.B.: Surgery of the lung. J. Amer. Med. Ass. 31 (1898): 151
267. Macewen, W.: zit. nach Bowman, A.K.: The life and teachings of Sir William Macewen. London 1942
268. Neuhof, H., M.L. Sussmann und R.A. Nabatoff: Angiocardiography in differential diagnosis of pulmonary neoplasms. Surgery 25 (1949): 178
269. Nissen, R.: Exstirpation eines ganzen Lungenflügels. Zbl.f.Chir. 58 (1931): 3003
270. Nissen, R.: Über die neuere Entwicklung der chirurgischen Behandlung der Lungentuberkulose. Berlin 1932
271. Nissen, R.: Entwicklung, Leistungen und Grenzen der Chirurgie. In: Erfolge und Grenzen der modernen Medizin. Frankfurt 1966
272. Nissen, R.: Erlebtes aus der Thoraxchirurgie. Stuttgart 1955
273. Nordenström, B.: Temporary unilateral occlusion of the pulmonary artery. Acta radiolog. Stockholm Suppl. 108 (1954)
274. Nordenström, B.E.W.: A new method of bronchography with water soluble contrast. Acta radiol. 37 (1952): 452
275. Oliva, L. und P. de Albertis: Diagnostische Möglichkeiten und Gefahren des Pneumomediastinums bei Mediastinaltumoren. Der Radiologe 3 (1963): 58

276. Olsson, O.: Eine neue Methode zur Radiographie oberflächlicher Schichten. Acta radiol. 23 (1942):420
277. Oppenheimer, J.R.: Wissenschaft und allgemeines Denken. Hamburg 1955
278. Otten, H.: Zur Röntgendiagnostik der primären Lungenkarzinome. Fortschr.Röntgenstr. 9 (1905/06): H 6
279. Overholt, R.: A New Technique For Pulmonary Segmental Resection. Surg.Gyn.Obstetr. 84 (1947): 257
280. Overholt, R.H. und L.Langer: A New Technique For Pulmonary Segmental Resection. Surg.Gyn.Obstetr.84 (1947): 257
281. Overholt, R.H. und F.M.Woods: Early diagnosis and treatment of cancer of the lung. M.England J.Med.245 (1951): 555
282. Pancoast, H.K.: Superior pulmonary sulcus tumor. Tumor characterized by pain, Horner's Syndrom, destruction of bone and atrophy of hand muscles. J.Amer.Med.Ass. 99 (1932): 1391
283. Pannewitz, v.G.: Beweglichkeit und Kontrastdarstellung des Mediastinums. Fortschr.Röntgenstr. 52 (1935): 481
284. Pannhorst, R.: Das Pneumomediastinum anterior als diagnostische und therapeutische Methode. Dtsch. Arch.klin.Med. 183 (1938): 211
285. Ponthus, B. und J.Malvoisin: Grundlagen einer Schnittdurchleuchtung des Körpers. Zbl.Radiol.26 (1937): 265
286. Paolucci di Valmaggioro, R. und E.Giacobini: Voies d'accès pour l'application du pneumomédiastin. Presse méd. 59 (1951): 1222
287. Pohl, E.: Verfahren und Vorrichtung zur röntgenographischen Wiedergabe eines Körperschnittes unter Ausschluß der davor oder dahinter liegenden Teile. Dtsch. Patentschrift (1927): 544.200

288. Pohl, E.: Vorrichtung zur röntgenographischen Wieder-
gabe und Schirmbeobachtung eines Körperabschnittes
unter Ausschluß der davor oder dahinter liegenden
Teile. Dtsch. Patentschrift 55 (1958): 1930
289. Pugh, O.L., E.R.Jones und W.J.Martini: Tuberculoma
of the lung. Tubercle (Edinb.) 33 (1952): 184
290. Rehn, E.: Die künstliche Mittelfellversteifung und
Mediastinographie. Zbl.Chir. 58 (1931): 2967
291. Reifferscheid, M.: Chirurgie. 2.Auflage Stuttgart
1972
292. Reisinger, L.: Über die operative Behandlung der
Erweiterung des Oesophagus. Verh.deutsche Ges.
Chir. 36 (1907): 86
293. Richter, G.: Behandlungsergebnisse beim Bronchial-
carcinom. Thoraxchirurgie und vaskuläre Chirurgie
10 (1962): 161
294. Rieder, H.: Über den Wert der Thoraxdurchleuchtung
bei der Pneumonie, namentlich bei zentraler Lokali-
sation. Münch.med.Wschr. 40 (1945): 1906
295. Rieder, H. und J.Rosenthal: Lehrbuch der Röntgen-
kunde. Leipzig 1913
296. Rienhoff, W.F.: Pneumonectomy: A Preliminary Report
Of The Operative Technique In Two Successful Cases.
Bulletin of the Johns Hopkins Hospital 53 (1933):390
297. Rienzo,di S. und A.Boher: Vergleich zwischen Tomo-
graphie (mit einfachster Apparatur) und der Roent-
genographie der Serienschnitte am menschlichen
Schädel. Röntgenpraxis 11 (1939): 422
298. Rink, H.: Lungenfunktion und Lungenchirurgie. Eine
lungenangiographische Untersuchung. Z. Tbk. u.
Erkrankungen d.Thoraxorgane 106 (1955): 11

299. Robb, G.P. und J.Steinberg: Visualization of the chambers of the heart, pulmonary circulation and great vessels in man. J.chir.Invest.17 (1938):507
Amer.J.Roentgenol. 41 (1939): 1
300. Robb, G.P. und J.Steinberg: Visualization of the chambers of the heart, the pulmonary circulation and the great blood vessels in heart disease.
Amer.J.Roentgenol. 42 (1939): 14
301. Robb, G.P. und J.Steinberg: Visualization of chambers of the heart, pulmonary circulation and great blood vessels in man: Summary of method and results. J.Amer.med.Ass. 114 (1940): 474
302. Röntgen, W.C.: Über eine neue Art von Strahlen. 23.1.1896, Würzburg. Sitzungsbericht d. Würzb. Physik.Med.Gesellschaft
303. Rube, W.: Der Lungenrundherd. Stuttgart 1967
Ergänzungsband 95 von Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen und der Nuclearmedizin.
304. Ruggi, G.: La Technica della Pneumectomia nell'uomo. Bologna 1885
305. Rüttimann, A. und F.Suter: Das Tuberkulom der Lunge. Schweiz.med.Wschr. 83 (1953): 591
306. Ruiz, R.; M.Rivas: Generalized subserous emphisema with a single puncture. Amer.J.Roentgenol. 64 (1950): 723
307. Sabat, B.: Über ein Verfahren der röntgenographischen Darstellung der Bewegungen innerer Organe (des Herzens, der Aorta, des Zwerchfells). Fortschr.Röntgenstr. 20 (1912): 42
308. Sabat, B.: Über ein Verfahren der röntgenographischen Darstellung der Bewegungen des Zwerchfells, des Herzens, der Aorta usw. Levowski Tygodnik Lekarski Jhrg. VI, Nr.28 (1911)

309. Sans, R.: Le polytome. Techn.hosp. 8 (1953) 94: 35
310. Sansonne, G.: Rilievi sul pneumomediastino anteriore artificiale sul bambino. Minerva pediat.4 (1952):1029
311. Sansone, G. und H. De Maestri: Visualizzazione simultanea del mediastino posteriore ed anteriore dopo insufflazione per via peridurale. Studio stratigrafico tridimensionale. Minerva pediatr.3 (1951): 332
312. Sandritter, W. und C.Thomas: Makropathologie 2.Auflage. Stuttgart 1971
313. Santy, P.M., J.Papillon und J.C.Soumia: Le diagnostique angiopneumographic des opacités arrondies du poulmon. J.Radiol.Electrol. 34 (1953): 12
314. Sauerbruch, F.: Chirurgie der Brustorgane. 2.Auflage Berlin 1920
- 314a Zit. nach F.Sauerbruch: Chirurgie der Brustorgane 2.Aufl. Berlin 1920, S.541
315. Sauerbruch, F.: Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlagen meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung. Mitteilungen aus den Grenzgebieten der Medizin und Chirurgie 13 (1904): 399
316. Sauerbruch, F.: Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlagen meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung. Zbl.Chir. 31 (1904): 146
317. Saupe, E.: Über Röntgenuntersuchung der Bronchiektasen. Med.Klin. (1939): 10
318. Sauvage, R. und P.Y.Hatt: Angiocardiographie et chirurgie pulmonaire. Sem.Hôp., Paris, 28 (1952):91
319. Schellenberg: Die normale und pathologische Lungenzeichnung des erwachsenen Menschen im Röntgenbild. Zschr.Tbk. 11 (1907): 457

320. Scherf, D. und E.Zdansky: Röntgenkymographische Schreibung vom rechten Herzalternans beim Menschen. Fortschr.Röntgenstr. 40 (1929): 399
321. Schinz, H., W.Baensch, E.Friedl und E.Uehlinger: Lehrbuch der Röntgendiagnostik. Stuttgart 1952
322. Schinz, H.: Sechzig Jahre medizinische Radiologie Probleme und Empirie. 1.Auflage Stuttgart 1959
323. Schinz, H.: Einführung des Röntgen-Schirmbildverfahren. Hamburg 1921
324. Schmitz, W. und H.Schaefer: Die zeitlichen Beziehungen der Tätigkeitsäußerungen des Herzens. I.Teil. Technische Methoden zu ihrer Erforschung von W.Schmitz. Zschr.Kreil-Forsch. 27 (1935): 513
325. Schoenmackers, J. und H.Vieten: Atlas postmortaler Angiogramme. Fortschr.Röntgenstr. Erg.-Bd. 69 Stuttgart 1953
326. Semb, C.: Die Chirurgie der Lungen. In Kirschner-Nordmann: Bd.V, 460 2.Auflage Berlin 1941
327. Semisch, R.: Diagnostische Möglichkeiten der selektiven Lungenangiographie. Thoraxchir.6 (1959): 551
328. Semisch, R., H.Kölling und H.H.Wittig: Seltene lungenangiographische Befunde beim Bronchialcarcinom und ihre Bedeutung. Chirurg 29 (1958): 132
329. Sergent, E.: Les syndromes respiratoires Bibliothèque des grands syndromes. Fasc.1, Paris 1924
330. Serveto, M.: Chistianismi Restitutio 1553
331. Shenstone, N.S. und R.M.Janes: Experiences in Pulmonary Lobectomy. Canad.Med.Assic. J.27(1932): 138
332. Sicard, J.A. und J.Forestier: Méthode Générale d'exploration radiologique par l'huile iodée (lipiodol). Bull. Soc. méd. hôp. Paris 38 (1922): 463

333. Sicard, J.A. et J.Forestier: Exploration radiologique par l'huile iodée. Presse méd. 44 (1923)
334. Siemens-Reiniger-Werke AG Berlin: Gerät zum Herstellen von Körperschichtbildern mittels Röntgenstrahlen. Dtsch.Patentschrift 68 25 84 (1937)
335. Singer, J.J.: Simple method of introducing iodized oil into the lungs. J.Amer.Med.Ass. 87 (1926): 1298
336. Spengler, K.: Über Thorakoplastik und Höhlendeninfektion bei Lungenphthise. Dtsch.med.Wschr. Nr.18, 19 (1903)
337. Springer: Sichtbarmachung von Trachea und Bronchialbaum im Röntgenbild. Prager med.Wschr. (1906): 8
338. Steinberg, J. und C.T.Dotter: Lung cancer. Angiocardiographic findings in 100 consecutive proved cases. Arch.Surg. 64 (1952): 10
339. Steinberg, J. und G.P.Robb: Mediastinal and hilar angiography in pulmonary disease. Amer.Rev.Tuberc. 38 (1938): 557
340. Stiller, H.: Die Bronchographie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung in der Thoraxchirurgie. Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie 37 (1952): 93
341. Stiller, H.: Die Bedeutung der Bronchographie für die Chirurgie. Langenbeck's Arch. u.Dtsch.Z.Chir. 262 (1949): 546
342. Stiller, H.: Angiographische Untersuchungen als diagnostische Maßnahme in der Thoraxchirurgie. Fortschr.Röntgenstr. 80 (1954): 214
343. Stöcker, E.: Über die interlobäre Sequestration der Lunge. Frankfurt Z.Path.69 (1959): 452
344. Strnad, F.: Die gesteuerte Bronchographie. Fortschr. Röntgenstr. 58 (1938): Tag.H. 135

345. Strnad, F.: Zur Frage der Mitbeteiligung des Mediastinums beim Bronchialkarzinom. Fortschr. Röntgenstr. 80 (1954): 427
346. Strnad, F.: Röntgendiagnostik der oberen Speise- und Atemwege, der Atemorgane und des Mediastinums. Teil 1 Handbuch der med. Radiologie Bd.IX/1, S.VI, Berlin 1969
347. Strnad, F. und A.Beutel: Die gesteuerte Bronchographie mittels einer im Bronchialsystem lenkbaren Sonde. Röntgenpraxis 9 (1937): 484
348. Strnad, F. und Th.Stolze: Methodik der Thoraxuntersuchungen. In Schinz, H.R. Lehrbuch der Röntgendiagnostik 6.Auflage, Stuttgart 1968
349. Stumpf, P.: Das röntgenographische Bewegungsbild und seine Anwendung. (Flächenkymographie und Kymoskopie) Leipzig 1931 Fortschr.Röntgenstr. Ergänzt.Bd. 41
350. Stumpf, P.: Die Gestaltänderung des schlagenden Herzens im Röntgenbild. Fortschr.Röntgenstr. 38 (1926): 1055
351. Stumpf, P.: Die kymographische Analyse der Bewegungen des Herzens. Fortschr.Röntgenstr.49 (1934) H.3
352. Stumpf, P., H.H.Weber und G.A.Weltz: Röntgenkymographische Bewegungslehre innerer Organe. Leipzig 1936
353. Stürtz, C.A.E.: Künstliche Zwerchfelllähmung bei chronischer, einseitiger Lungentuberkulose. Dtsch.med.Wschr. 37 (1911): 224
354. Stutz, E.: Pantocain und Bronchographie. Fortschr. Röntgenstr. 73 (1950): 547
355. Stutz, E.: Bronchographische Beobachtungen beim Husten. Klin.Wschr. 26 (1948): 536

356. Stutz, E.: Bronchographische Untersuchungen zur normalen und pathologischen Physiologie der menschlichen Lunge. Zschr.Tbk.-arzt 99 (1951): 35
357. Stutz, E.: Bemerkungen zu der Arbeit von Di Rienzo "Physiopathologie des Hustens". Fortschr.Röntgenstr. 79 (1953): 187
358. Stutz, E.: Beitrag zur pathologischen Physiologie des Asthma bronchiale. Zschr.klin.Med.149 (1952):405
359. Stutz, E.: Bronchographische Studien zur normalen und pathologischen Physiologie der Lungen. Fortschr. Röntgenstr. 72 (1950): 129, 309, 447
360. Stutz, E. und H.Vieten: Die Bronchographie. 1.Auflage Stuttgart 1955
361. Taillard, P.: Schichtaufnahmen mit einem Behelfsgerät. Rev.méd.frc. 17 (1939): 912
362. Torek, F.: The first Successful Case of Resection of the Thoracic Portion of Oesophagus for Carcinoma. Surg.Gynec.Obstet. 16 (1913): 614
363. Thoyer-Rozat, P., P.H.Codet und G.Bonte: L' Etude radiokymographique de la configuration cardio-vasculaire et mediastinale. Ref. 4.Int. Radiol. Kongress 1934
364. Tobb: Le Polytome de MM Sans et Porcher. J.radiol. 31 (1950): 300
365. Tricomi, G. und G.Capaldo: Pneumomediastino posteriore. Ann.Ist.Forlanini 13 (1951): 133
366. Tuffier, T.: 2^o Résection du sommet du poumon droit pour tuberculose au début. Résultat éloigné (18 mois). Bulletins et Mémoires de la Société de Chirurgie du Paris (1892): 726
367. Vallebona, A.: Axial transverse laminagraph. Radiology 55 (1950): 271

368. Vallebona, A.: Stratigraphia. Metodo roentgenologica per la esplorazione analitica dei singoli strati sovrapposti. Mailand 1938
369. Vallebona, A.: La stratigraphie axiale transversale au point de vue pratique. J.radiol. Électrol. 31 (1950): 460
370. Vallebona, A.: Stratigraphie 1930, Stratigraphie 1947 J.radiol. Électrol. 30 (1949): 308
371. Vallebona, A.: Prime ricerche su di un nuovo metodo radiografico. Stratigrafia assiale con radiazioni perpendicolari all'asse. Ann. di Radiol. diagn. Bologna 20 (1948): 56
372. Vallebona, A.: Una modalita di tecnica per la dissociazione radiografia delle ombre, applicata allo studio del cranio. IX. Congr.Naz. i Radiol. Turin 1930 ref.Radiol.méd. 17 (1930), 6: 1090
373. Vance, J.W., C.A.Good, C.Hodgson, J.W.Kirklin, R.P.Gage: The solitary circumscribed pulmonary lesion due to bronchogenic Carcinoma: a 3 year fellow up study of 94 surgically treated patients. Dis.Chest 36 (1959): 231
374. Vieten, H.: Probleme der bronchographischen Tumor-diagnostik. Chirurg 24 (1953): 101
375. Vieten, H.: Verfahren zum röntgenographischen Darstellen eines Körperschnittes. Dtsch.Patentschrift 672.518 1936
376. Vieten, H.: Die gezielte Bronchographie mit wasserlöslichen Kontrastmitteln. Fortschr.Röntgenstr. 72 (1950): 270
377. Vieten, H. und K.H.Willmann: Röntgenuntersuchungen mit schneller Bildfolge bei Tumoren im Brustraum. Thoraxchirurgie 3 (1956): 393

378. Walsham, H.: On the diagnosis of pleural effusion by the Roentgen-Rays. Brit.Med.Journ. 2 (1901): 8
379. Walter, K.M.: Ein Leben mit Röntgenstrahlen. Röntgenschwester Leonie Moser und ihre Lebenserinnerungen. Leer 1967
380. Walter, B.: Über die "Deutlichkeit" in Röntgenbildern. Fortschr. Röntgenstr. 13 (1908/09): 148
381. Watson, W.: Differential Radiography I. Radiography 5 (1939): 81
382. Watson, W.: Differential Radiography III. Radiography 9 (1943): 33
383. Watson, W.: X-Ray Apparatus. Brit. Patent vom 27.12.1937
384. Wedekind, Th. und F.Kemper: Ein neues Röntgenschichtgerät. Fortschr. Röntgenstr. 72 (1949): 112
385. Wedekind, Th. und F.Kemper: Ein neuartiges Schichtgerät zur Lungendiagnostik. Tbk.-arzt 4 (1950): 526
386. Weiss, A.G.A., J.Witz, L.Hollender, C.Schmidt und F.Koebele: L'angiographie dans les affections chirurgicales du thorax. J.Radiol. Electrol. 31 (1950): 616
387. Wellauer, J.: Die Lungensequestration und der Herzzwerchfellwinkel. Radiologe 2 (1962): 74
388. Weth, G. von der: Der Wert der Röntgenkymographie des Atemzuges für die Indikationsstellung zur Phrenikusexhärese. Z.TbK. 71 (1934) H. 4-5
389. Weth, G. von der: Röntgenkymographie und Kollaps-therapie bei Lungentuberkulose. Fortschr.Röntgenstr. 50 (1934): H.5
390. Williams, F.H.: The Röntgen Rays in thoracic diseases. Amer.J.of med.sciences, N.-S. 114 (1897): 665

391. Wilms, M.: Eine neue Methode zur Verengerung des Thorax bei Lungentuberkulose. Münch.med.Wschr.58 (1911): 777
392. Wyman, S.M. und E.W.Wilkins: Angiocardiography as an aid to identification of nonresectable pulmonary carcinomas. J.thorac.Surg. 35 (1958): 452
393. Zamera, A.M. und N.Schuster: Vascular adenoma of the bronchus. J.Laryng. Otol. 52 (1937): 337
394. Zenker, R., G.Heberer und H.H.Löhr: Die Lungenresektionen. Berlin 1954
395. Zenker, F.A. und H.Ziemsens: Krankheiten des Oesophagus. In Ziemsens Handbuch der speziellen Pathologie und Therapie. Leipzig 7 (1877) 2
396. Ziedses des Plantes, B.G.: Eine neue Methode zur Differenzierung in der Röntgenographie. Acta radiol. 13 (1932): 182
397. Zierhut, E.: Zur röntgenologischen Darstellung von Organen und Tumoren des hinteren Mediastinum. Fortschr. Röntgenstr. 80 (1954): 591
398. Zollinger, H.U.: Pathologische Anatomie. 3.Auflage Stuttgart 1971
399. Yankauer, S.: Bronchoscopy in the treatment of lung abscess. Surg.Clin. N.America 5 (1925): 525

DANKSAGUNG

Im Anschluß an diese Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. Lissner Dank sagen für die Überlassung des Themas, für seinen Rat und seine Unterstützung.

Mein Dank gilt auch Herrn Dr. Remplik für seine stete Hilfsbereitschaft, seine vielfältigen Ratschläge und Anregungen.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Beamten der von mir besuchten Bibliotheken für ihre bereitwillige Hilfe.

J. Albrecht

LEBENS LAUF .

Albrecht, Joachim, geboren am 10.12.1947 in 858 Bayreuth

Eltern: Walter Albrecht und Annelore Boog, geb. Lippold

1968 Abitur

1968 Immatrikulation für das Fach Medizin an der
Universität München

1969 Vorphysikum an der Universität München

1971 Physikum an der Universität München

1974 Staatsexamen an der Universität München

1975: 6 Monate Medizinalassistent an der Stiftsklinik
Augustinum in München bei Herrn Prof. Dr. Michel

1975/76: 6 Monate Medizinalassistent am Städt. Kranken-
haus München-Neuperlach bei
Herrn Chefarzt Dr. Lindenmüller

1976: Erteilung der Approbation

1976: 4 Monate Medizinalassistent am Klinikum
Großhadern bei Herrn Prof. Dr. Riecker

1976: Assistenzarzt am Zentralkrankenhaus Gauting
bei Herrn Prof. Dr. Blaha

